กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ผลงานวิจัย ประจำปี ๒๕๖๔

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

DOA TOGETHER
Hearing for Changing, Acting for Moving forward

เล่มที่ ๑

Plant Protection Research and Development office
เอกสารวิชาการเลขที่ ๑/๒๕๖๕

รายงาน
ผลงานวิจัยประจำปี 2565
เล่ม 1

เอกสารวิชาการลำดับที่ 1/2565

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ค่านิยม

ซื่อสัตย์ โปร่งใส งานวิจัยมีคุณภาพ

วัฒนธรรมองค์กร

รักองค์กร ทำงานอย่างมีเป้าหมาย และมุ่งผลสัมฤทธิ์

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากการวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตพัฒนาระบบการตรวจรับรองสินค้าเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืชแมลงและจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

คำนำ

“รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2564” เป็นเอกสารวิชาการที่สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชจัดทำต่อเนื่องติดต่อกัน 17 ปี จากผลงานวิจัยของนักวิจัย กลุ่มกีฏและสัตววิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช กลุ่มวิจัยวัชพืช กลุ่มวิจัยการกักกันพืช และกลุ่มบริหารศัตรูพืช ที่ดำเนินงานด้วยงบประมาณ ภายใต้แผนงานวิจัยและพัฒนา กรมวิชาการเกษตร ปี 2559 - 2564 ประกอบด้วยแผนงานวิจัย 3 แผนงาน ได้แก่ **1.แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อลดการใช้สารเคมี ประกอบไปด้วย** 4 โครงการวิจัยเดี่ยว 1) โครงการวิจัยการบริหารศัตรูพืชแบบบูรณาการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ 2) โครงการวิจัยและพัฒนาเทคนิคการพ่นสารและประมวลผลภาพถ่ายเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดและตรวจสอบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ 3) โครงการวิจัยการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 4) โครงการวิจัยเทคนิคเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช **2. แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาชีวภัณฑ์เพื่อการผลิตพืชปลอดภัย ประกอบไปด้วย** 2 แผนงานวิจัยย่อย คือ 2.1 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ประโยชน์ของชีวภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ ประกอบด้วย 4 โครงการวิจัยคือ 1) โครงการวิจัยสำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร 2) โครงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ 3) โครงการวิจัยต้นแบบการผลิตชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อการขยายผลสู่เชิงพาณิชย์ 4) โครงการวิจัยการผสมผสานเทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมศัตรูพืช แผนงานวิจัยย่อย 2.2 การทดสอบเทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชเพื่อการผลิตพืชปลอดภัย ประกอบด้วย 1 โครงการวิจัย วิจัยการทดสอบเทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชเพื่อการผลิตพืชปลอดภัยโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม **3. แผนงานวิจัยและพัฒนามาตรการสุขอนามัยพืชและการเฝ้าระวังศัตรูพืชเพื่อการนำเข้าและส่งออกสินค้าเกษตร** ประกอบไปด้วย 1 แผนงานวิจัยย่อย 4 โครงการวิจัย คือ 1) โครงการวิจัยมาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้าและส่งออกสินค้าเกษตร 2) โครงการวิจัยการศึกษาชนิดศัตรูพืชที่ติดมากับพืชนำเข้า 3) โครงการวิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดศัตรูพืชกักกันของพืชส่งออก 4) โครงการวิจัยการศึกษาสถานภาพศัตรูพืชกักกันในประเทศไทย และ 2 โครงการวิจัยเดี่ยว 1) โครงการวิจัยอนุกรมวิธานชีววิทยาและการจำแนกชนิดโดยดีเอ็นเอบาร์โค้ดของศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติเพื่อการวิจัยด้านอารักขาพืชในประเทศไทย 2) โครงการวิจัยและพัฒนาวิธีการตรวจหาศัตรูพืชโดยเทคนิคทางเซรุ่มวิทยาและชีวโมเลกุลเพื่อการนำเข้าและส่งออกสินค้าเกษตร

สำหรับแผนงานวิจัยอื่น ๆ ได้แก่ อ้อย ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด ถั่วลิสง มะม่วง กาแฟ พริก การผลิตเมล็ดพันธุ์ การผลิตพืชท้องถิ่นของประเทศไทย กล้วย การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อใช้เป็นคำแนะนำ เป็นการรวมการดำเนินงานจาก 15 แผนงานวิจัย 29 โครงการวิจัย 37 กิจกรรม ที่สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชต้องรับผิดชอบในฐานะหัวหน้าการทดลอง รวมจำนวนการทดลองทั้งสิ้น 176 การทดลอง เป็นการทดลองร่วม 32 การทดลอง

การจัดทำรายงานผลงานวิจัยเล่มนี้ เสร็จสมบูรณ์ เพราะนักวิจัยจากกลุ่มวิจัย ของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช มุ่งหวังจะเผยแพร่ผลงานด้านอารักขาพืชที่ตนได้วิจัยด้วยความพากเพียร และมุ่งมั่น ให้ผู้สนใจได้นำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ ทั้งการอ้างอิง การประยุกต์ เพื่อขยายผล ตลอดจนการต่อยอดผลงานวิจัย สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช จึงขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านไว้ในโอกาสนี้

(นายศรุต สุทธิอารมณ์)
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
สิงหาคม 2565

สารบัญ

รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2564 เล่มที่ 1..... 1-905
รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2564 เล่มที่ 2..... 906-1797
รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2564 เล่มที่ 3..... 1798-2789

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย

กิจกรรมที่

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง

➢ 3. ศึกษาช่วงระยะเวลาการใช้สารเพื่อกำจัดวัชพืช..... 1
Glyphosate และ Glufosinate-ammonium ในอ้อยเพื่อควบคุมวัชพืชอย่างมีประสิทธิภาพ
01-02-63-04-00-00-03-63
❖ อุษณีย์ จินดากุล และคณะ

➢ 4. ศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช..... 21
ประเภทพ่นหลังงอกในอ้อย✪
01-02-63-04-00-00-04-63
❖ เทอดพงษ์ มหาวงศ์ และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน (โครงการวิจัยเดี่ยว)

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน

กิจกรรมที่ 4. ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันพื้นที่ปลูกใหม่

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง

➢ 4.1 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชใน..... 46
ปาล์มน้ำมันพื้นที่ปลูกใหม่เขตภาคเหนือ
01-118-60-01-04-00-01-63
❖ จรัญญา ปิ่นสุภา และคณะ

➢ 4.2 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมัน..... 72
พื้นที่ดินเปรี้ยว
01-118-60-01-04-00-02-63
❖ ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย และคณะ

➢ 4.3 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมัน..... 103
เขตพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง
01-118-60-01-04-00-03-63
❖ ยุรวรรณ อนันตมณี และคณะ

➢ 4.4 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมัน..... 126
เขตพื้นที่พรุ
01-118-60-01-04-00-04-63
❖ เทอดพงษ์ มหาวงศ์ และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดฝักสด (โครงการวิจัยเดี่ยว)

กิจกรรมที่ 3. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการอารักขาข้าวโพดฝักสด

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง ➢ 3.6 การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช..... 165
แบบผสม (tank mixture) ในข้าวโพดหวาน
01-13-59-02-03-00-06-63
❖ ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาถั่วลิสงเพื่อเสริมสร้างระบบการผลิตที่ยั่งยืน และความมั่นคงทางอาหาร

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วลิสง

กิจกรรมที่ 3. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วลิงเฉพาะพื้นที่

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง ➢ 3.9 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชใน..... 190
ถั่วลิสงและผลกระทบต่อข้าว✪
01-17-59-01-03-00-09-63
❖ เทอดพงษ์ มหาวงศ์ และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมะม่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะม่วงเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาดส่งออก

กิจกรรมที่ 3.

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 4. ศึกษาประสิทธิภาพและระบบของการใช้สารฆ่าแมลง.....
แบบสลับกลุ่มเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง
01-202-63-02-00-00-04-63
❖ อุราพร หนูนารถ และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อลดการใช้สารเคมี
แผนงานวิจัยย่อย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและภาพถ่ายทางอากาศ

โครงการวิจัย วิจัยเทคนิคเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช(03-33-60-01)

กิจกรรมที่ 1. วิจัยและพัฒนาเทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 1.6 เทคนิคการใช้ไส้เดือนฝอย..... 229
Steinernema carpocapsae Weiser ควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้าด้วยระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์
03-33-60-01-01-00-06-62
❖ สุภางคนา ถิรวุธ และคณะ

➢ 1.7 เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อควบคุม..... 252
หนอนกออ้อยด้วยระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด
03-33-60-01-01-00-07-62
❖ สุภางคนา ถิรวุธ และคณะ

➢ 1.8 การฉีดสารเข้าต้นเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ 2775
เพลี้ยไก่แจ้ และหนอนชอนใบส้มเขียวหวาน
03-33-60-01-01-00-08-62
❖ สุภางคนา ถิรวุธ และคณะ

กิจกรรมที่ 2. การศึกษาผลของการใช้สารแบบผสม สารเสริมประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 2.6 ศึกษาผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อประสิทธิภาพ.... 259
ในการป้องกันกำจัดและความคงทนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ✪
03-33-60-01-02-00-06-62
❖ นลินา ไชยสิงห์ และคณะ

➢ 2.7 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภท..... 272
พ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence herbicide) ผสมร่วมกับประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicide) ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
03-33-60-01-02-00-09-63
❖ จรัญญา ปิ่นสุภา และคณะ
➢ 2.8 การศึกษาคู่ผสมระหว่างสารกำจัดวัชพืชประเภท..... 293
ใช้ก่อนและหลังวัชพืชงอกในสับปะรด✪
03-33-60-01-02-00-10-63
❖ ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย และคณะ
➢ 2.9 ศึกษาช่วงระยะเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภท..... 314
พ่นหลังวัชพืชงอก (diquat, glyphosate และ glufosinate-ammonium) ในมันสำปะหลัง✪
03-33-60-01-02-00-11-63
❖ ปรัชญา เอกฐิน และคณะ
➢ 2.11 การสังเคราะห์และทดสอบประสิทธิภาพ.....
อนุภาคนาโนคอปเปอร์ในการควบคุม โรคใบจุดพริกที่เกิดจากแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis* pv.*vesicatoria*
03-33-60-01-02-00-08-62
❖ ดารุณี ปุญญพิทักษ์ และคณะ

โครงการวิจัย และพัฒนาเทคนิคการพ่นสารและประมวลผลภาพถ่ายเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัด และตรวจสอบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ

กิจกรรมที่ 1. วิจัยและพัฒนาเทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง ➢ 1.1 ประสิทธิภาพการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ..... 361
(Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) ในการป้องกันกำจัดศัตรูคะน้า
03-60-63-01-01-00-01-63
❖ อนุสรณ์ พงษ์มี และคณะ

➢ 1.2 ประสิทธิภาพการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ..... 375
(Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) ในการป้องกันกำจัดศัตรูหอมแบ่ง
03-60-63-01-01-00-02-63
❖ นลินา ไชยสิงห์ และคณะ
➢ 1.3 ประสิทธิภาพการพ่นด้วยอากาศยาน..... 389
ไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) ในการป้องกันกำจัดแมลงและไรศัตรูมันสำปะหลัง
03-60-63-01-01-00-03-63
❖ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท และคณะ

กิจกรรมที่ 2 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการประเมินสถานการณ์การระบาดและประเมินความเสียหายจากศัตรูพืช

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 2.1 การศึกษาเทคนิคประมวลผลภาพถ่ายเพื่อ..... 401
ใช้ในการตรวจสอบการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลัง
03-60-63-01-02-00-01-63
❖ วีระชัย สมศรี และคณะ
➢ 2.2 การศึกษาลักษณะอาการการเข้าทำลายของ..... 420
หนอนหัวดำมะพร้าวและแมลงดำหนามมะพร้าวจากภาพถ่าย
03-60-63-01-02-00-02-63
❖ พัชรีวรรณ จงจิตต์เมตต์ และคณะ

โครงการวิจัย วิจัยการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (03-29-60-01)

กิจกรรมที่ 1. การศึกษาความต้านทานและการจัดการความต้านทานศัตรูพืชในพืชบริโภคและพืชอาหารสัตว์

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 1.2 การจัดการสลับใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆในการ..... 443
ป้องกันกำจัด เพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood ในพริก
03-29-60-01-01-00-15-63
❖ สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น และคณะ

➢ 1.4 การจัดการสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด..... 457
หนอนเจาะสมอฝ้าย *Helicoverpa armigera* (Hubber) ในพื้นที่ปลูกมะเขือเทศที่สำคัญ
03-29-60-01-01-00-10-62
❖ ธีราทัย บุญญะประภา และคณะ
➢ 1.6 การเปลี่ยนแปลงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง..... 480
spinetoram ในหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในพืชตระกูลกะหล่ำ
03-29-60-01-01-00-16-63
❖ สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และคณะ
➢ 1.7 ความต้านทานและการจัดการสารกำจัดไร ในไร..... 488
สองจุด *Tetranychus urticae* Koch ในสตรอว์เบอร์รี่
03-29-60-01-01-00-11-62
❖ ณพชรกร ธไภษัชย์ และคณะ
➢ 1.15 การจัดการสารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน..... 521
ตามกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง
03-29-60-01-01-00-12-62
❖ ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา และคณะ
➢ 1.17 สถานการณ์หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*) 544
ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Aryloxyphenoxypropionate ในแหล่งปลูกผักและการจัดการ
03-29-60-01-01-00-14-62
❖ จรัญญา ปิ่นสุภา และคณะ

โครงการวิจัย วิจัยการบริหารศัตรูพืชแบบบูรณาการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ (03-34-60-01)

กิจกรรมที่ 2. การบริหารศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) ในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 2.11 การจัดการศัตรูหอมแดงแบบผสมผสาน..... 2766
03-34-60-01-02-00-11-63
❖ วิภาดา ปลอดครบุรี และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ประโยชน์ของชีวภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์

โครงการวิจัย วิจัยสำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร

กิจกรรมที่ 1.สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง
➢ 1.15 ชนิดและศักยภาพของบั่วตัวห้ำในการควบคุมเพลี้ยแป้ง 590
03-05-59-01-01-00-15-62
❖ ประภัสสร เชยคำแหง และคณะ

➢ 1.20 การคัดเลือกชนิดและศักยภาพของไส้เดือนฝอยในวงศ์ Rhabditidae ในการกำจัดหอยศัตรูพืช 597
03-05-59-01-01-00-20-63
❖ อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข และคณะ

➢ 1.21 การคัดเลือกชนิดและศักยภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoriaceae ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช 614
03-05-59-01-01-00-21-63
❖ ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล และคณะ

กิจกรรมที่ 2. สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง
➢ 2.8 การคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *F.oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก 642
03-05-59-01-02-00-07-62
❖ มะโนรัตน์ สุดสงวน และคณะ

➢ 2.11 การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้ง (Powdery mildew) พืชตระกูลแตง 666
03-05-59-01-02-00-10-62
❖ ทัศนาพร ทัศคร และคณะ

➢ 2.12 การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มี..... 695
ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว
03-05-59-01-02-00-11-62
❖ กาญจนา ศรีไม้ และคณะ

โครงการวิจัย วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ (03-05-59-02)

กิจกรรมที่ 1. การผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลง ไร และสัตว์ศัตรูพืช

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง

➢ 1.26 ศึกษาวิธีการผลิตขยายด้วงเต่าสตีธอรัส..... 713
Stethorus pauperculus (Weise)(Coleoptera: Coccinellidae) และประสิทธิภาพในการควบคุมไรศัตรูพืช
03-05-59-02-01-00-26-61
❖ วีระชัย สมศรี และคณะ
➢ 1.37 การผลิตและการใช้แมลงช้างปีกใส..... 734
Chrysoperla carnea (stephens) ควบคุมเพลี้ยอ่อน Aphissp. ในสตรอเบอรรี่
03-05-59-02-01-00-37-62
❖ ประภัสสร เชยคำแหง และคณะ
➢ 1.38 การผลิตขยายและการใช้มวนตาโต.....
Geocorisochropterus Fieber เพื่อควบคุมเพลี้ยอ่อน
03-05-59-02-01-00-38-62
❖ ภัทรพร สรรพนุเคราะห์และคณะ
➢ 1.40 ทดสอบประสิทธิภาพในการใช้แบคทีเรียบีที..... 743
ร่วมกับการใช้กับดักฟีโรโมนหนอนใยผักในการควบคุมหนอนใยผักในคะน้า
03-05-59-02-01-00-40-63
❖ อนุสรณ์ พงษ์มี และคณะ
➢ 1.41 ศึกษากระบวนการทำแห้งเชื้อราเขียวเมตาไรเซียม..... 753
ในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด✪
03-05-59-02-01-00-41-63
❖เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ และคณะ

➢ 1.44 การเพาะเลี้ยงหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* 777
เพื่อกำจัดหอยศัตรูพืช
03-05-59-02-01-00-44-63
❖ ดาราพร รินทะรักษ์ และคณะ
➢ 1.45 การใช้มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* Poppius.... 795
(Hemiptera: Anthocoridae) ไรตัวห้ำ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Arachnida: Phytoseiidae) และไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae) ในการควบคุมศัตรูเมล่อนในสภาพโรงเรือน
03-05-59-02-01-00-44-63
❖ อทิติยา แก้วประดิษฐ์ และคณะ

กิจกรรมที่ 2. การผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง
➢ 2.8 การพัฒนาชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 807
และวิธีการใช้เพื่อควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรีย
03-05-59-02-02-00-08-61
❖ รุ่งนภา ทองเครั่ง และคณะ
➢ 2.9 การพัฒนากระบวนการผลิตสารชีวภัณฑ์..... 830
Bacilus subtilis ไอโซเลท 20W16 และ/หรือ 20W33 เพื่อใช้ควบคุมเชื้อรา *Colletorichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสพริก
03-05-59-02-02-00-09-62
❖ บุษราคัม อุดมศักดิ์ และคณะ
➢ 2.10 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* แบบผง..... 844
เพื่อควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Acidovorax avenae* subsp. *Cattleyae*
03-05-59-02-02-00-10-62
❖ กาญจนา ศรีไม้ และคณะ

➢ 2.11 การพัฒนารูปแบบการผลิตและการใช้..... 865
สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี
Neonothopanus nambi (Speg.) R.H. Petersen & Krisai
ต่อการควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้
03-05-59-02-02-00-11-62
❖ สุรีย์พร บัวอาจ และคณะ
➢ 2.12 ศักยภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ด..... 878
เรืองแสง *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen &
Krisai ในการควบคุมโรครากเน่า และโคนเน่าของทุเรียนที่มี
สาเหตุจากเชื้อรา *Phytopthora palmivora* (Butler) Butler✪
03-05-59-02-02-00-12-62
❖ สุรีย์พร บัวอาจ และคณะ

โครงการวิจัย วิจัยต้นแบบการผลิตชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อการขยายผลสู่เชิงพาณิชย์ (03-05-62-04)

กิจกรรมที่ -

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง ➢ 1. ต้นแบบผลิตมวนเพชฌฆาตอย่างเป็นระบบเพื่อ..... 2699
การควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างยั่งยืน
03-05-62-04-00-00-01-62
❖ สาทิพย์ มาลี และคณะ
➢ 2. ต้นแบบผลิตแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* 897
อย่างเป็นระบบเพื่อการควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างยั่งยืน
03-05-62-04-00-00-02-62
❖ ประภัสสร เชยคำแหง และคณะ
➢ 3. ต้นแบบการผลิตแมลงหางหนีบขาวงแหวนและ..... 906
แมลงหางหนีบสีน้ำตาลเพื่อการควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างยั่งยืน
03-05-62-04-00-00-03-62
❖ นันทนัช พินศรี และคณะ
➢ 4. ต้นแบบการผลิตขยายมวนพิฆาตเพื่อการควบคุม..... 2712
แมลงศัตรูพืชอย่างยั่งยืน✪
03-05-62-04-00-00-04-63
❖ สาทิพย์ มาลี และคณะ

โครงการวิจัย วิจัยการผสมผสานเทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมศัตรูพืช (03-05-59-03)

กิจกรรมที่ -

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 3. เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี..... ในกระเจี๊ยบเขียวแบบผสมผสาน
03-05-59-03-00-00-03-62
❖ ภัทรพร สรรพนุเคราะห์ และคณะ

➢ 4 ทดสอบเทคโนโลยีการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี..... 939
Neonothopanus nambi (Speg.) R.H. Petersen & Krisai ควบคุมโรครากปมในพริก
03-05-59-03-00-00-04-62
❖ สุรีย์พร บัวอาจ และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยการทดสอบเทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชเพื่อการผลิตพืชปลอดภัยโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม (โครงการวิจัยเดี่ยว)

โครงการวิจัย วิจัยการทดสอบเทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชเพื่อการผลิตพืชปลอดภัยโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม

กิจกรรมที่ 4. การทดสอบการใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชเพื่อการผลิตพืชปลอดภัยโดยเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่ภาคกลาง

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง ➢ 4.1 ทดสอบการใช้ชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมในการควบคุม..... 953
ศัตรูพืชในการผลิตหอมแบ่งในจังหวัดราชบุรี
03-65-63-01-04-00-01-63
❖ อิศเรส เทียนทัด และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (02-08-59-02)

โครงการวิจัย วิจัยการเพิ่มศักยภาพการผลิตน้อยหน่าคุณภาพ

กิจกรรมที่ 1. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้อยหน่า

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 1.6 ศึกษาสาเหตุการแพร่ระบาดของโรคกิ่งแห้งของน้อยหน่า..... 961
และวิธีการจัดการโรคที่มีประสิทธิภาพ✪
02-08-59-02-01-00-06-63
❖ พจนา ตระกูลสุขรัตน์ และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการผลิตพืชบริโภคภายในประเทศและส่งออก (โครงการวิจัยเดี่ยว)

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการผลิตพืชบริโภคภายในประเทศและส่งออก (03-32-60-01)

กิจกรรมที่ 1. ศึกษาประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อเป็นคำแนะนำสำหรับพืชผักที่มีปัญหาการส่งออกไปสหภาพยุโรป

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง

➢ 1.15 ทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดหนอนเจาะ..... 989
ผลมะเขือ *Leucinodes orbonalis* Guenee ในมะเขือเปราะ
03-32-60-01-01-00-13-63
❖ สุชาดา สุพรศิลป์ และคณะ

➢ 1.16 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช..... 1007
ในข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อการส่งออก
03-32-60-01-01-00-14-63
❖ เอกรัตน์ ธนูทอง และคณะ

กิจกรรมที่ 2. ศึกษาประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อเป็นคำแนะนำสำหรับพืชผัก ไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชไร่ สำหรับบริโภคภายในประเทศและการส่งออก

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง

➢ 2.42 การทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคราสนิม..... 1039
ในถั่วฝักยาวสาเหตุจากเชื้อ *Uromyce phaseoli* var. *vignae*
03-32-60-01-02-00-46-63
❖ นพพล สัทยาสัย และคณะ

➢ 2.43 ทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัด..... 1054
เพลี้ยไฟฝ้ายในแตงกวา
03-32-60-01-02-00-47-63
❖ สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น และคณะ

➢ 2.44 ทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัด..... 1062
หนอนชอนใบ *Liriomyza* sp. ในมะเขือเทศ
03-32-60-01-02-00-48-63
❖นลินา ไชยสิงห์ และคณะ

➢ 2.46 ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืช..... 1078
ในการป้องกันกำจัดโรคราแป้งองุ่นที่มีสาเหตุจากเชื้อรา
Erysiphe necator✪
03-32-60-01-02-00-49-63
❖ยุทธศักดิ์ เจียมไชยศรี และคณะ
➢ 2.47 ทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัด..... 1087
โรคราน้ำค้างขององุ่นสาเหตุจากเชื้อรา *Plasmopara viticola*
(Berk & Curt) Berl & de Toni✪
03-32-60-01-02-00-50-63
❖สุรีย์พร บัวอาจ และคณะ
➢ 2.48 ทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัด..... 1095
โรครากปมของฝรั่งที่มีสาเหตุจากไส้เดือนฝอยรากปม
03-32-60-01-02-00-51-63
❖ธิติยา ชยาภัคพัฒนา และคณะ
➢ 2.49 ทดลองประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกัน..... 1119
กำจัดหนอนเจาะดอกมะลิในมะลิ
03-32-60-01-02-00-52-63
❖สมรวย รวมชัยอภิกุล และคณะ
➢ 2.50 การทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัด..... 1132
โรคพืชบางชนิดในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *Phytophthora*
palmivora สาเหตุโรคเน่าดำในกล้อยไม้ ✪
03-32-60-01-02-00-53-63
❖ บุษราคัม อุดมศักดิ์ และคณะ
➢ 2.51 ทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคเน่าดำ..... 1142
ของหน้าวัว สาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica*
03-32-60-01-02-00-54-63
❖สุณีรัตน์ สีมะเดื่อ และคณะ
➢ 2.57 ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด..... 1155
หนอนแมลงวันเจาะลำต้นในถั่วเหลือง
03-32-60-01-02-00-55-63
❖ สิริกัญญา ขุนวิเศษ และคณะ

➢ 2.58 ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด..... 1168
เพลี้ยไฟในถั่วเขียว
03-32-60-01-02-00-56-63
❖สิริกัญญา ขุนวิเศษ และคณะ
➢ 2.59 ทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัด..... 1180
หนอนแดงในฝรั่ง
03-32-60-01-02-00-57-63
❖กรกต ดำรักษ์ และคณะ
➢ 2.60 การศึกษาประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัด..... 1193
หนอนชอนใบส้ม; *Phyllocnistis citrella* Stainton ในส้มโอ
03-32-60-01-02-00-58-63
❖บุษบง มนัสมั่นคง และคณะ
➢ 2.61 ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด..... 1202
เพลี้ยจักจั่นในมะม่วง
03-32-60-01-02-00-59-63
❖ ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยมาตรการสุขอนามัยพืช

โครงการวิจัย วิจัยมาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้าและส่งออกสินค้าเกษตร (03-04-59-01)

กิจกรรมที่ 1. ศึกษาศัตรูพืชในประเทศเพื่อการค้าระหว่างประเทศ

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 1.1 การศึกษาชนิดของแมลงศัตรูพืชของพืชส่งออก..... 1217
ได้แก่ กล้วย มะยงชิด ขนุน หญ้าสนาม แก้วมังกร และสับปะรด พืชนำเข้า ได้แก่ เมลอน มะนาว พริก มะเขือ ถั่วเหลือง และแตงกวา✪
03-04-59-01-01-00-01-59
❖ เกศสุดา สนศิริ และคณะ
➢ 1.2 การศึกษาชนิดของไรศัตรูพืชของพืชส่งออก ได้แก่..... 1251
กล้วย มะยงชิด ขนุน หญ้าสนาม แก้วมังกร สับปะรด พืชนำเข้า ได้แก่ เมลอน มะนาว พริก มะเขือ ถั่วเหลือง และ แตงกวา✪
03-04-59-01-01-00-02-59
❖ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง และคณะ

➢ 1.3 การศึกษาชนิดของโรคพืชของพืชส่งออก..... 1316
ได้แก่ กล้วย มะยงชิด ขนุน หญ้าสนาม แก้วมังกร และสับปะรด
พืชนำเข้า ได้แก่ เมลอน มะนาว พริก มะเขือ ถั่วเหลือง และแตงกวา
03-04-59-01-01-00-03-59

❖ มะโนรัตน์ สุดสงวน และคณะ

➢ 1.4 การศึกษาชนิดของวัชพืชของพืชส่งออก..... 1360
ได้แก่ แก้วมะกร และสับปะรด พืชนำเข้า ได้แก่ ถั่วเหลือง และ
แตงกวา✪
03-04-59-01-01-00-04-59

❖ ธัญชนก จงรักไทย และคณะ

กิจกรรมที่ 2. ศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง ➢ 2.12 การศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของ..... 2723
ผลพลัมสดนำเข้าจากสาธารณรัฐแอฟริกาใต้และรัฐอิสราเอล
03-04-59-01-02-00-12-62

❖ วรัญญา มาลี และคณะ

➢ 2.13 การศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของ..... 1392
ผลท้อสดนำเข้าจากสาธารณรัฐแอฟริกาใต้และรัฐอิสราเอล
03-04-59-01-02-00-13-62

❖ ชวลิต จิตนันท์ และคณะ

➢ 2.16 การศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของ..... 1440
เมล็ดพันธุ์ทานตะวันนำเข้าจากประเทศอาร์เจนตินา
03-04-59-01-02-00-16-62

❖ ณัฐสุดา บรรเลงสวรรค์ และคณะ

➢ 2.17 การศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช..... 1470
ของเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างนำเข้าจากสหรัฐอเมริกา
03-04-59-01-02-00-17-64

❖ คมศร แสงจินดา และคณะ

กิจกรรมที่ 3. การประเมินมาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้าสินค้าเกษตร

การทดลอง ➢ 3.3 การประเมินมาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้า..... 2440
เมล็ดพันธุ์มะละกอจากไต้หวัน
03-04-59-01-03-00-04-63

❖ วาสนา รุ่งสว่าง และคณะ

➢ 3.5 การประเมินมาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้า..... 1485
เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจากสหรัฐอเมริกา
03-04-59-01-03-00-05-63
❖ สุคนธ์ทิพย์ สมบัติ และคณะ

➢ 3.6 การประเมินมาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้า..... 1501
เมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากมาเลเซีย
03-04-59-01-03-00-06-63
❖ วาสนา ฤทธิ์ไธสง และคณะ

➢ 3.7 การประเมินมาตรการสุขอนามัยพืชในการนำเข้า..... 1517
ผลทับทิมสดจากรัฐอิสราเอล
03-04-59-01-03-00-07-63
❖ อลงกต โพธิ์ดี และคณะ

กิจกรรมที่ 4. ศึกษามาตรการสุขอนามัยพืชเพื่อการเปิดตลาดสินค้าเกษตร

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 4.7 ศึกษามาตรการสุขอนามัยพืชในการส่งออก..... 1527
เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ
03-04-59-01-04-00-07-63
❖ สุคนธ์ทิพย์ สมบัติ และคณะ

➢ 4.8 ศึกษามาตรการสุขอนามัยพืชในการส่งออกผลขนุน..... 2749
03-04-59-01-04-00-08-63
❖ วรัญญา มาลี และคณะ

โครงการวิจัย วิจัยการศึกษาชนิดศัตรูพืชที่ติดมากับพืชนำเข้า (03-04-59-02)

กิจกรรมที่ 1. ชนิดศัตรูพืชกักกันที่ติดมากับพืชและส่วนของพืชที่นำเข้าเพื่อขยายพันธุ์

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง ➢ 1.2 ชนิดศัตรูพืชกักกันที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์แตงโม..... 1561
นำเข้าจาก ชิลี และ ฟิลิปินส์✪
03-04-59-02-01-00-02-59
❖ วันเพ็ญ ศรีชาติ และคณะ

➢ 1.3 ชนิดศัตรูพืชกักกันที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์เมล่อน..... 1577
นำเข้าจากชิลี และ เนเธอร์แลนด์ ✪
03-04-59-02-01-00-03-59

❖ วันเพ็ญ ศรีชาติ และคณะ

➢ 1.10 ชนิดศัตรูพืชกักกันที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์กะหล่ำปลี..... 1591
นำเข้าจากนิวซีแลนด์ และญี่ปุ่น
03-04-59-02-01-00-12-63

❖ โสภา มีอำนาจ และคณะ

➢ 1.11 ชนิดศัตรูพืชกักกันที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ผักชี..... 1611
นำเข้าจากอิตาลี และสหรัฐอเมริกา
03-04-59-02-01-00-13-63

❖ วานิช คำพานิช และคณะ

➢ 1.12 ชนิดศัตรูพืชกักกันที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์คะน้า..... 1624
นำเข้าจากสาธารณรัฐประชาชนจีน และประเทศนิวซีแลนด์
03-04-59-02-01-00-14-63

❖ พรรณิภา เปชัยศรี และคณะ

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดศัตรูพืชกักกันของพืชส่งออก (03-04-59-03)

กิจกรรมที่ 1. วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยวิธีการอบไอน้ำเพื่อการส่งออก

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง

➢ 1.5 วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อน..... 2453
สำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera latifrons* (Hendel)
ในส้มโอพันธุ์ขาวแตงกวาเพื่อการส่งออก
03-04-59-03-01-00-05-62

❖ พุฒิพงษ์ เพ็งฤกษ์ และคณะ

➢ 1.6 วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อน..... 2501
สำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel)
ในผลมะนาวแป้นพิจิตร 1 เพื่อการส่งออก ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ
การตายของไข่แมลงวันทองในผลมะนาวที่ผ่านการอบไอน้ำ
(เปรียบเทียบระหว่างมะนาวแป้น กับมะนาวพิจิตร1) ✪
03-04-59-03-01-00-06-62

❖ สลักจิต พานคำ และคณะ

➢ 1.7 วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อน..... 2561
เพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในผลส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามเพื่อการส่งออก✪
03-04-59-03-01-00-07-62
❖ ชัยณรัตน์ สนศิริ และคณะ
➢ 1.8 วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อน..... 2608
สำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์เพื่อการส่งออก
03-04-59-03-01-00-08-62
❖ มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์ และคณะ
➢ 1.9 วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อน..... 2637
สำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในผลแก้วมังกรเนื้อแดงเพื่อการส่งออก
03-04-59-03-01-00-09-62
❖ ปวีณา บูชาเทียน และคณะ

โครงการวิจัย วิจัยการศึกษาสถานภาพศัตรูพืชกักกันในประเทศไทย (03-04-59-04)

กิจกรรมที่ 1. การศึกษาศัตรูพืชในประเทศเพื่อการค้าระหว่างประเทศ

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง

➢ 12. การศึกษาสถานภาพของรา *Bipolaris zeicola* 1636
(G.L.Stout) Shoemaker สาเหตุโรค Northern Corn Leaf Spot ในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-12-62
❖ ชนินทร ดวงสอาด และคณะ
➢ 13. การศึกษาสถานภาพของเชื้อแบคทีเรีย..... 1659
Burkholderia glumae สาเหตุโรค Bacterial Panicle Blight ในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-13-62
❖ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล และคณะ
➢ 14. การศึกษาสถานภาพแบคทีเรีย..... 1670
Pseudomonas syringae pv.*tomato* สาเหตุโรค Bacterial speck ในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-14-62
❖ ชลธิชา รักใคร่ และคณะ

➢ 15. การศึกษาสถานภาพเชื้อไวรัส..... 1682
Maize Dwarf Mosaic Virus ในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-15-62
❖ สิทธิศักดิ์ แสไพศาล และคณะ
➢ 16. การศึกษาสถานภาพของเชื้อไวรัส..... 2679
Pepper Mild Mottle Virus ของพริก
03-04-59-04-01-00-16-62
❖ เยาวภา ตันติวานิช และคณะ
➢ 17. การศึกษาสถานภาพของเชื้อไวรัส..... 1695
African Cassava Mosaic Virus (ACMV) ในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-17-62
❖ กาญจนา วาระวิชะนี และคณะ
➢ 18. การศึกษาสถานภาพของแบคทีเรีย *Xylella fastidiosa*..... 1721
ขององุ่นในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-18-62
❖ ธิดาวรรณ ชมเดช และคณะ
➢ 19. การศึกษาสถานภาพด้วงฟูเรอโรส..... 1738
Pantomorus cervinus (Boheman) ของพืชตระกูลส้มในประเทศไทย✪
03-04-59-04-01-00-19-62
❖ ดนัย ชัยเรือนแก้ว และคณะ
➢ 20. การศึกษาสถานภาพเพลี้ยหอย..... 1751
Aspidiotus nerii Bouché ของพืชตระกูลส้มในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-20-62
❖ ดนัย ชัยเรือนแก้ว และคณะ
➢ 21. การศึกษาสถานภาพวัชพืช *Chenopodium album* L..... 1770
ของพืชผักในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-21-62
❖ ชุติมา อ้อมกิ่ง และคณะ
➢ 22. การศึกษาสถานภาพของไส้เดือนฝอยรากปม..... 1784
Meloidogyne thailandica ในขิงของประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-22-62
❖ ธิติยา ชยาภัคพัฒนา และคณะ

➢ 23.การศึกษาสถานภาพของเชื้อแบคทีเรีย..... 1798
Pseudomonas fuscovaginae สาเหตุโรค brown sheath rot ของข้าวในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-23-63
❖ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล และคณะ
➢ 24.การศึกษาสถานภาพของเชื้อไวรัส *Lettuce mosaic* 1807
virus.สาเหตุโรคใบด่างผักกาดหอมในประเทศไทย
03-04-59-04-01-00-24-63
❖ ปรียพรรณ พงศาพิชณ์ และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยอนุกรมวิธาน ชีววิทยา และการจำแนกชนิดโดยดีเอ็นเอบาร์โค้ดของศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ เพื่อการวิจัยด้านอารักขาพืชในประเทศไทย (โครงการวิจัยเดี่ยว)

โครงการวิจัย วิจัยอนุกรมวิธาน ชีววิทยา และการจำแนกชนิดโดยดีเอ็นเอบาร์โค้ดของศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ เพื่อการวิจัยด้านอารักขาพืชในประเทศไทย (03-30-60-01)

กิจกรรมที่ 1. สำรวจชนิด และอนุกรมวิธานของศัตรูพืชและ ศัตรูธรรมชาติ

กิจกรรมย่อยที่ 1.1 สำรวจชนิด และอนุกรมวิธานของแมลง ไร สัตว์ ศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ

การทดลอง
➢ 1.1.16 ชนิดของแมลงหวี่ขาว (Hemiptera: Aleyrodidae)..... 1834
ในพืชผักสวนครัว เพื่อการส่งออกของประเทศไทย
03-30-60-01-01-01-16-62
❖ สุนัดดา เชาวลิต และคณะ
➢ 1.1.17 อนุกรมวิธานเพลี้ยหอยเกล็ดวงศ์ย่อย Diaspidinae... 1857
(Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) ในประเทศไทย
03-30-60-01-01-01-17-62
❖ ชมัยพร บัวมาศ และคณะ
➢ 1.1.18 อนุกรมวิธานเพลี้ยแป้งในราก วงศ์ Rhizoecidae 1904
(Hemiptera: Coccoidea) ในประเทศไทย
03-30-60-01-01-01-18-62
❖ ชมัยพร บัวมาศ และคณะ
➢ 1.1.19 อนุกรมวิธานและความหลากชนิดของ 1922
แตนเบียนไข่ของแมลงกลุ่มมวน วงศ์ Pentatomidae ศัตรูพืชสำคัญทางการเกษตรในประเทศไทย
03-30-60-01-01-01-19-62
❖ จารุวัตถ์ แต้กุล และคณะ

➢ 1.1.20 อนุกรมวิธานของแมลงช้างสีน้ำตาลวงศ์..... 1951
Hemerobiidae และแมลงช้างปีกแป้ง วงศ์ Coniopterygidae
ในประเทศไทย
03-30-60-01-01-01-20-62
❖ อาทิตย์ รักกสิกร และคณะ
➢ 1.1.21 อนุกรมวิธานไรขาว วงศ์ Tarsonemidae 1977
ในประเทศไทย
03-30-60-01-01-01-21-62
❖ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง และคณะ
➢ 1.1.22 การจัดจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง..... 2018
ในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย
03-30-60-01-01-01-22-62
❖ พัชรีวรรณ จงจิตเมตต์ และคณะ
➢ 1.1.23 อนุกรมวิธาน การแพร่กระจาย พืชอาศัยของ..... 2030
แมลงวันหนอนชอนใบในวงศ์ Agromyzidae (Order : Diptera)
ในพืชผัก
03-30-60-01-01-01-23-62
❖ ยุวรินทร์ บุญทบ และคณะ
➢ 1.1.24 อนุกรมวิธานแมงมุมวงศ์ Oxyopidae..... 2069
03-30-60-01-01-01-24-63
❖ วิลมวรรณ โชติวงศ์ และคณะ

กิจกรรมย่อยที่ 1.2 สำรวจชนิด และอนุกรมวิธานของจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช และจุลินทรีย์ควบคุมโรคพืช

การทดลอง
➢ 1.2.13 อนุกรมวิธาน ชีววิทยา และวิวัฒนาการของเชื้อรา 2091
Cercosporoid fungi สาเหตุโรคพืช
03-30-60-01-01-02-13-63
❖ ชนินทร ดวงสอาด และคณะ
➢ 1.2.14 อนุกรมวิธาน และวิวัฒนาการของราสนิม..... 2140
วงศ์ Pucciniaceae สาเหตุโรคพืช✪
03-30-60-01-01-02-14-63
❖ ชนินทร ดวงสอาด และคณะ

➢ 1.2.15 จัดจำแนกชนิดของไส้เดือนฝอย..... 2180
สกุล *Radopholus* ด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล
03-30-60-01-01-02-15-63
❖ธิติยา ชยาภัคพัฒนา และคณะ
➢ 1.2.16 การศึกษาและจำแนกเชื้อไวรัสสาเหตุโรคของ..... 2689
ยาสูบที่พบในประเทศไทย
03-30-60-01-01-02-16-63
❖ เยาวภา ตันติวานิช และคณะ

กิจกรรมที่ 2. ศึกษาชีววิทยา นิเวศวิทยา ของศัตรูพืชและ ศัตรูธรรมชาติ (วงจรชีวิต การเข้าทำลาย พืชอาหาร และการแพร่กระจาย)

การทดลอง ➢ 2.1.10 สัณฐานวิทยาและชีววิทยา..... 2199
ของเพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) ในประเทศไทย✪
03-30-60-01-02-01-10-63
❖ เกศสุดา สนศิริ และคณะ

กิจกรรมย่อยที่ 2.3 ศึกษาชีววิทยา และนิเวศวิทยาของวัชพืช

การทดลอง ➢ 2.3.5 ชีววิทยาของเทียนนา (*Ludwigia hyssopifolia*..... 2215
(G. Don) Excell.)
03-30-60-01-02-03-05-63
❖ ธัญชนก จงรักไทย และคณะ

กิจกรรมที่ 3. การจำแนกชนิดศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติโดยดีเอ็นเอบาร์โค้ด

กิจกรรมย่อยที่ –

การทดลอง ➢ 3.15 การศึกษาชนิดแมลงวันผลไม้เผ่า (Tribe) Dacini..... 2235
(Diptera: Tephritidae) ด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด
03-30-60-01-03-00-15-62
❖ ยุวรินทร์ บุญทบ และคณะ
➢ 3.16 การศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ด และชนิดของ..... 2259
เพลี้ยไฟวงศ์ Thripidae (Thysanoptera: Thripidae) ที่พบในหน่อไม้ฝรั่งในเขตภาคกลางของประเทศไทย
03-30-60-01-03-00-16-63
❖ อิทธิพล บรรณาการ และคณะ

แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาวิธีการตรวจหาศัตรูพืชโดยเทคนิคทางเซรุ่มวิทยาและชีวโมเลกุลเพื่อ

โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาวิธีการตรวจหาศัตรูพืชโดยเทคนิคทางเซรุ่มวิทยาและชีวโมเลกุลเพื่อการนำเข้าและส่งออกสินค้าเกษตร (03-31-60-01)

กิจกรรมที่ 1. การพัฒนาการตรวจสอบศัตรูพืชกักกันเพื่อการนำเข้าสินค้าเกษตร

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง

➢ 1.4 การตรวจสอบเชื้อแบคทีเรีย *Burkholderia glumae*..... 2278
ในข้าวด้วยเทคนิค Real time PCR
03-31-60-01-01-00-04-62
❖ ทิพวรรณ กันหาญาติ และคณะ

➢ 1.5 พัฒนาวิธีการตรวจสอบเชื้อแบคทีเรีย..... 2292
Ralstonia solanacearum species complex สาเหตุโรคเหี่ยวของกล้วย✪
03-31-60-01-01-00-05-62
❖ ทิพวรรณ กันหาญาติ และคณะ

➢ 1.6 การตรวจสอบเชื้อแบคทีเรีย..... 2306
Pseudomonas fuscovaginae ในข้าวด้วยเทคนิค LAMP (Loop-Mediated Isothermal Amplification)
03-31-60-01-01-00-06-63
❖ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล และคณะ

➢ 1.7 การพัฒนาวิธีการตรวจสอบเชื้อรา..... 2318
Fusarium oxysporum f.sp. cubense สายพันธุ์ Tropical Race 4 ด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction
03-31-60-01-01-00-07-63
❖ ชนินทร ดวงสอาด และคณะ

➢ 1.8 การตรวจสอบโรคใบด่างมันสำปะหลังที่เกิดจากเชื้อ..... 2339
Sri Lankan cassava mosaic virus (SLCMV) ด้วยเทคนิค Next Generation Sequencing (NGS)
03-31-60-01-01-00-08-63
❖ ภูวนารถ มณีโชติ และคณะ

กิจกรรมที่ 2. การพัฒนาการตรวจสอบศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ ในประเทศเพื่อการป้องกันกำจัด และการส่งออก

กิจกรรมย่อยที่ -

การทดลอง

➢ 2.12 การผลิตโปรตีนและแอนติบอดีที่จำเพาะต่อ..... 2353
Immunodominant membrane protein (Imp) ของเชื้อไฟโตพลาสมา สาเหตุโรคใบขาวอ้อย โดยอาศัยระบบเซลล์แบคทีเรียในประเทศไทย
03-31-60-01-02-00-12-62
❖ กาญจนา วาระวิชะนี และคณะ

➢ 2.13 การตรวจสอบแบคทีเรีย..... 2367
Xanthomonas campestris pv. *campestris* ที่ติดมากับเมล็ดด้วยเทคนิค Real-time PCR
03-31-60-01-02-00-13-62
❖ รุ่งนภา ทองเครั่ง และคณะ

➢ 2.15 การพัฒนาการตรวจสอบแมลงวันทองฝรั่ง..... 2385
Bactrocera correcta (Diptera: Tephritidae) เพื่อการนำเข้าและส่งออกด้วยไพร์เมอร์ที่มีความเฉพาะเจาะจง
03-31-60-01-02-00-15-62
❖ ยุวรินทร์ บุญทบ และคณะ

➢ 2.16 การใช้เทคนิค Multiplex PCR 2414
ในการตรวจไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* และ *M. enterolobii*
03-31-60-01-02-00-16-63
❖ ไตรเดช ข่ายทอง และคณะ

➢ 2.17 การผลิตชุดตรวจสอบแบบ Lateral flow test strip.... 2428
เพื่อตรวจสอบไวรัส *Leek yellow stripe virus* (LYSV)
03-31-60-01-02-00-17-63
❖ สิทธิศักดิ์ แสไพศาล และคณะ

หมายเหตุ ✪ ชื่อการทดลองที่นักวิจัยแจ้งไม่ตรงกับชื่อการทดลองจากกองแผนงาน

ศึกษาช่วงระยะเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate -ammonium ในอ้อยเพื่อควบคุมวัชพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

Study to spraying period of glyphosate and glufosinate - ammonium in sugarcane to effectively weeds control.

อุษณีย์ จินดากุล[1/] ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย[1/] เทอดพงษ์ มหาวงศ์[1/]
ปรัชญา เอกฐิน[1/] เอกรัตน์ ธนูทอง[1/] จรัญญา ปิ่นสุภา[2/]
[1/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Abstract

A periodic study on the use of glyphosate and glufosinate-ammonium in sugarcane for effective weed control. Conduct experimental at farmer field in Nong Ya Sai District, Suphan Buri province, and Nakhon Ratchasima Province. Plow to prepare the plot for sugarcane planting. Divide the area into sub-plots according to the process The experimental plot size was 56 square meters. Sugarcane was planted using 50 centimeters between the holes, then water and care until the sugar cane grows normally. and spraying herbicides according to the process after the sugar cane 30 days old. While spraying herbicides, use a fan sprayer and cover the head to prevent the spread of the aerosol to the planted plants. The results showed that herbicide spraying at 1 and 2 months after sugar cane planting, The weed control efficiency was as good as the herbicide spraying at 1, 2 and 3 months after sugar cane planting. Toxicity to sugarcane was observed at 1 month after sugar cane planting, and at 2 and 3 months after planting, symptoms of toxicity were the same. but does not affect the growth of sugarcane. From the experiment, it was concluded that the herbicide should be sprayed at 1 and 2 months

รหัสการทดลอง 01-02-63-04-00-00-03-63

after sugar cane planting. because it is the desired distance Growing free from weed disturbances The spraying of herbicide at 3 months after the germination of the sugarcane was not necessary as the sugarcane was fully grown. Can cover the empty areas where weeds can grow. causing no effect of weeds on growth It also reduces the cost of weed management in the plot.

Keywords : sugarcane, herbicide, weed control

บทคัดย่อ

การศึกษาช่วงระยะเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate-ammonium ในอ้อย เพื่อควบคุมวัชพืชอย่างมีประสิทธิภาพ ทำแปลงทดลองที่แปลงเกษตรกร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรีและ อ.สูงเนิน จ. นครราชสีมา ไถเตรียมพื้นที่แปลงสำหรับปลูกอ้อย แบ่งพื้นที่เป็นแปลงทดลองย่อยตามกรรมวิธี ขนาดแปลงทดลองย่อยเท่ากับ 56 ตารางเมตร ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะห่างระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร หลุมละ 2 ท่อน ท่อนละ2 ตา จากนั้นให้น้ำและดูแลจนอ้อยงอกตามปกติ และพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 30 วันหลังปลูกและอ้อยงอก โดยขณะพ่นสารกำจัดวัชพืชใช้หัวพ่นแบบพัดและใส่หัวครอบเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองสารไปถูกพืชปลูก ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 1 และ 2 เดือนหลังจากปลูกอ้อย มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีเทียบเท่ากับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 1, 2 และ 3 เดือนหลังจากอ้อยงอก โดยมีอาการเป็นพิษต่ออ้อย ที่ระยะ 1 เดือนหลังจากอ้อยงอก ส่วนที่ระยะ 2 และ 3 เดือนหลังจากอ้อยงอก พบอาการความเป็นพิษเช่นเดียวกัน แต่ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ซึ่งจากการทดลองสรุปได้ว่า ควรพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 1 และ 2 เดือนหลังจากอ้อยงอก เนื่องจากเป็นช่วงระยะที่อ้อยต้องการ การเจริญเติบโตที่ปราศจากการรบกวนจากวัชพืช ส่วนการพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 3 เดือนหลังอ้อยงอก ไม่มีความจำเป็นเนื่องจากอ้อยมีการเจริญเติบโตเต็มพื้นที่ สามารถปกคลุมพื้นที่ว่างที่จะให้วัชพืชงอกขึ้นมาได้ ทำให้ไม่มีผลกระทบจากวัชพืชต่อการเจริญเติบโต อีกทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดการวัชพืชในแปลง

คำหลัก : อ้อย, สารกำจัดวัชพืช, การควบคุมวัชพืช

คำนำ

อ้อยเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตน้ำตาลทรายสำหรับบริโภคภายในประเทศและใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ส่วนที่เหลือยังส่งออกไปยังต่างประเทศนำรายได้เข้าสู่ประเทศไทยเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 5.89 ล้านไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 8 ตันต่อไร่ นับว่าต่ำมาก

เมื่อเทียบกับประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าในการพัฒนาอ้อย มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 15 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตอ้อยต่ำนั้น คือ การมีวัชพืชขึ้นแก่งแย่งปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญ เติบโตของพืช เช่น น้ำ ธาตุอาหาร แสง และก๊าซต่าง ๆ ซึ่งได้มีรายงานว่าหลังจากที่ทำการปลูกอ้อยแล้วโดยเฉพาะในช่วง 3 เดือนแรกหรือในระยะแตกกอ ถ้าไม่มีการกำจัดวัชพืชจะทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงถึง 80 เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่า ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของวัชพืชและความสามารถในการแข่งขันของอ้อยกับวัชพืช (อรรถสิทธิ์ และคณะ, 2542) วิธีการที่ใช้กำจัดวัชพืชมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปคือการใช้สารกำจัดวัชพืช เนื่องจากการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ถูกต้องและเหมาะสมจะทำให้สามารถควบคุมและกำจัดวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งประเภทใช้ก่อนวัชพืชงอกเช่น alachlor, diuron, acetochlor และ flumioxain และหลังวัชพืชงอกเช่น paraquat, fenoxapro-p-ethyl, fluazifop-p-butyl, halozyfop-R-methyl และ quizalofop-p-tefuryl (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554)

การจัดการวัชพืชในอ้อยควรจัดการไม่น้อยกว่า 2 ครั้งตลอดฤดูปลูกเนื่องจากควรให้แปลงปลอดวัชพืชประมาณ 3 เดือนแรกซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต ดังนั้นสารกำจัดวัชพืชประเภทใช้หลังวัชพืชงอกจึงมีความจำเป็นเนื่องจากสารกำจัดวัชพืชประเภทใช้ก่อนวัชพืชงอกส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประมาณ 1-2 เดือน หลังจากนั้นประสิทธิภาพจะลดลงทำให้มีวัชพืชงอกขึ้นมาอีก เกษตรกรจึงจำเป็นต้องใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทหลังวัชพืชงอก ซึ่งสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกที่เกษตรกรนิยมใช้ในอ้อยคือ paraquat ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทไม่เลือกทำลาย (non-selective herbicide) สามารถกำจัดวัชพืชทั้งประเภทใบแคบและประเภทใบกว้างได้ดี แต่สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น เช่น fenoxapro-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, halozyfop-R-methyl และ quizalofop-p-tefuryl ยังมีข้อจำกัดคือสามารถควบคุมวัชพืชใบแคบได้เท่านั้น ไม่สามารถควบคุมวัชพืชประเภทใบกว้างได้ นอกจากนั้นยังมีสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate-ammonium ที่เป็นสารประเภทใช้หลังวัชพืชงอกและไม่เลือกทำลายเช่นกัน ซึ่งสารกำจัดวัชพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชเทียบเท่าและมีวิธีการใช้เหมือนสารกำจัดวัชพืช paraquat ซึ่งยังไม่มีในคำแนะนำของกลุ่มวิจัยวัชพืช ที่ให้เกษตรกรได้ใช้ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะสามารถควบคุมวัชพืชได้ดี จึงควรนำสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate-ammonium มาศึกษาหาช่วงระยะเวลาในการใช้ที่เหมาะสม เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี ไม่กระทบต่อผลผลิต และเป็นทางเลือกให้เกษตรกร รวมทั้งใช้เป็นคำแนะนำของกลุ่มวิจัยวัชพืชเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) ท่อนพันธุ์อ้อย พันธุ์ ขอนแก่น 80
2) ป้ายชื่อหน่วยการทดลอง
3) สารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate – ammonium
4) เครื่องพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง (knapsack) หัวพ่นแบบพัด (Fan type)
5) กรอบสุ่มตัวอย่าง (Quatdrat) ขนาด 0.5 x 0.5 เมตร
6) ถุงตาข่ายเก็บวัชพืช
7) สมุดบันทึก

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 พ่น glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ระยะ 1 และ 2 เดือนหลังปลูกและงอก

กรรมวิธีที่ 2 พ่น glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ระยะ 1 และ 3 เดือนหลังปลูกและงอก

กรรมวิธีที่ 3 พ่น glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ระยะ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูกและ งอก

กรรมวิธีที่ 4 พ่น glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ระยะ 1 และ 2 เดือนหลังปลูกและงอก

กรรมวิธีที่ 5 พ่น glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ระยะ 1 และ 3 เดือนหลังปลูกและงอก

กรรมวิธีที่ 6 พ่น glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ระยะ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูกและงอก

กรรมวิธีที่ 7 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานตลอดระยะเวลาที่ทดลอง

กรรมวิธีที่ 8 ไม่กำจัดวัชพืช

วิธีปฏิบัติการทดลอง

- ไถ เตรียมดิน เก็บเศษชิ้นส่วนวัชพืชออกจากแปลง การเตรียมดิน ไถเตรียมดินให้ลึก 40 เซนติเมตร ด้วยผาล 5 ในขณะดินมีความชื้นพอเหมาะ แล้วตากหน้าดินไว้แล้วจึงไถพรวน 2 ครั้ง ด้วยผาล 5 หรือ จานพรวนจนหน้าดินร่วนซุย ยกร่อง ปลูกอ้อยขนาดแปลงย่อย 4x8เมตร ใช้ระยะปลูก 50x125 เซนติเมตร จำนวน 4 แถว ปลูก 1 หลุม/ท่อน ท่อนละ 2 ตา ใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งแรก สูตร 16-16-8, 15-15-15, 46-0-0 หรือ 16-16-16 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อมีความชื้นเพียงพอ ครั้งที่ 2 สูตร 16-16-8, 15-15-15, 16-16-16 หรือ 16-8-8 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง โดยใช้เครื่องพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง (knapsack) หัวพ่นแบบพัด (Fan type) อัตราน้ำที่ใช้พ่น 80 ลิตร/ไร่ กำจัดวัชพืชโดยแรงงานที่ระยะ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก

- สุ่มเก็บตัวอย่างชนิดและบันทึกจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งพืชจากทุกกรรมวิธี ๆ ละ 4 จุด แต่ละจุดมี ขนาด 0.5×0.5 เมตร ที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร

- วัดความสูง การแตกกอ ที่ระยะ 60, 120 และ 240 วันหลังปลูก โดยสุ่มจากจำนวน 10 ต้น ต่อแปลงย่อย ที่เป็นตัวแทน ของอ้อยในแต่ละกรรมวิธี

- ประเมินความเป็นพิษต่ออ้อยที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0 = ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อยต่อพืชปลูก 4-6 = เป็นพิษปานกลางต่อพืชปลูก 7-9 = เป็นพิษรุนแรงต่อพืชปลูก 10 = พืชปลูกตาย

- ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 15, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0 = ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ 1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย 4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง 7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี 10 = ควบคุมวัชพืชได้ดีมาก

- วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความหวานของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว โดยสุ่มจากจำนวน 10 ต้น ที่เป็นตัวแทนของอ้อยในแต่ละกรรมวิธี

- การเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวไม่น้อยกว่า 4×4 เมตร ที่ระยะ 8 เดือนหลังปลูก

- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของด้วยวิธีการที่เหมาะสม จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืชและความสูง จำนวนกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความหวาน และผลผลิตอ้อย

การบันทึกข้อมูล

1. คะแนนความเป็นพิษต่ออ้อย

2. คะแนนประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

3. จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืชพืช

4. ข้อมูลความสูง การแตกกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความหวานของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว

5. ผลผลิตอ้อย

เวลาและสถานที่

- ระยะเวลาดำเนินการ : ตุลาคม 2563 – กันยายน 2564
- สถานที่ดำเนินการ : แปลงทดลองที่ 1 ตำบลหนองตะไก้ อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
  แปลงทดลองที่ 2 ตำบลแจงงาม อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ดำเนินแปลงทดลองที่แปลงเกษตรกร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรีและ อ. สูงเนิน จ.นครราชสีมา ไถเตรียมพื้นที่แปลงสำหรับปลูกอ้อย และแบ่งพื้นที่เป็นแปลงทดลองย่อยตามกรรมวิธี ขนาดแปลงทดลองย่อยเท่ากับ 56 ตารางเมตร ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะห่างระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร หลุมละ 2 ท่อน ท่อนละ 2 ตา จากนั้นให้น้ำและดูแลจนอ้อยงอกตามปกติ และพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 30,60 และ 90 วันหลังปลูกและงอก โดยขณะพ่นสารกำจัดวัชพืชให้ใช้หัวพ่นแบบพัด และใส่หัวครอบเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองสารกำจัดวัชพืชไปถูกพืชปลูก

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่ออ้อย

การพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 30 วันหลังปลูกและงอก ประเมินความเป็นพิษที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีความป็นพิษต่ออ้อย ประเมินคะแนนความเป็นพิษเท่ากับ 3-4 คะแนน โดยที่ใบล่างของอ้อยมีอาการซีดขาวและเริ่มแห้ง และในบางกรรมวิธีละอองสารกำจัดวัชพืชได้ตกลงบริเวณยอดของต้นอ้อย ทำให้ต้นอ้อยมีอาการซีดขาว ส่วนกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบอาการความเป็นพิษต่อต้นอ้อยบริเวณปลายใบมีอาการไหม้ และซีดเหลือง มีระดับคะแนน 5 คะแนน ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสารพบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีความป็นพิษต่ออ้อย ประเมินคะแนนความเป็นพิษเท่ากับ 3-4 คะแนน ส่วนในกรรมวิธีที่มีละอองสารกำจัดวัชพืชตกลงบริเวณยอด พบอาการซีดเหลืองทั้งต้น ส่วนกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบอาการ

ความเป็นพิษต่อต้นอ้อยบริเวณปลายใบมีอาการไหม้ และซีดเหลืองเพิ่มมากขึ้น มีคะแนนประเมินเท่ากับ 6 คะแนน ทั้งสองแปลงทดลอง (figure 1)

การพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 60 วันหลังปลูก ประเมินความเป็นพิษที่ระยะ 7 และ 15 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีความป็นพิษต่ออ้อยเล็กน้อย ประเมินคะแนนความเป็นพิษเท่ากับ 2-3 คะแนน โดยที่ใบล่างของอ้อยมีอาการซีดเหลือง ส่วนกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบอาการความเป็นพิษต่อต้นอ้อยบริเวณปลายใบมีอาการไหม้ และซีดเหลือง ประเมินคะแนนความเป็นพิษเท่ากับ 4 คะแนน แต่การพ่นสารกำจัดวัชพืชทั้ง 2 ชนิดที่ระยะ 2 เดือนหลังอ้อยงอกมีความเป็นพิษต่ออ้อยแต่อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ทั้งสองแปลงทดลอง (figure 2)

การพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 3 พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 90 วันหลังปลูก ประเมินความเป็นพิษที่ระยะ 7 และ 15 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีความป็นพิษต่ออ้อยเล็กน้อย ประเมินคะแนนความเป็นพิษเท่ากับ 1-2 คะแนน โดยที่ใบล่างของอ้อยมีอาการซีดเหลืองเล็กน้อย ส่วนกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบอาการความเป็นพิษต่อต้นอ้อยเล็กน้อยเช่นเดียวกัน บริเวณปลายใบมีอาการไหม้ และซีดเหลือง ประเมินคะแนนความเป็นพิษเท่ากับ 1-2 คะแนน แต่การพ่นสารกำจัดวัชพืชทั้ง 2 ชนิดที่ระยะ 2 เดือนหลังอ้อยงอกมีความเป็นพิษต่ออ้อยแต่อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ทั้งสองแปลงทดลอง (Table 2 and 3) (figure 3)

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

การพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 30 วันหลังปลูก ประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยวัชพืชที่พบในแปลงทดลองประเภทใบแคบได้แก่ หญ้าตีนติด หญ้าดอกขาว และหญ้าตีนนก ประเภทใบกว้างได้แก่ ผักเบี้ยหิน โคกกระสุน และหญ้ายางพบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชดังกล่าวที่ระดับดี โดยมีคะแนนประเมินระหว่าง 8-9 คะแนน ส่วนกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชดังกล่าวที่ระดับดี โดยมีคะแนนประเมินระหว่าง 7-8 คะแนน ทั้งสองแปลงทดลอง (Table 4)

การพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 60 วันหลังปลูก ประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยวัชพืชที่พบในแปลงทดลองประเภทใบแคบได้แก่ หญ้าตีนติด หญ้าดอกขาว และหญ้าตีนนก ประเภทใบกว้างได้แก่ ผักเบี้ยหิน โคกกระสุน และหญ้ายาง พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชดังกล่าวที่ระดับดี โดยมีคะแนนประเมิน 9 คะแนน ส่วนกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชดังกล่าวที่ระดับดี โดยมีคะแนนประเมินระหว่าง 7-8 คะแนน ทั้งสองแปลงทดลอง (Table 4)

การพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 3 พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 90 วันหลังปลูก ประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยวัชพืชที่พบในแปลงทดลองประเภทใบแคบได้แก่ หญ้าตีนติด หญ้าดอกขาว และหญ้าตีนนก ประเภทใบกว้างได้แก่ ผักเบี้ยหิน โคกกระสุน และหญ้ายาง พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชดังกล่าวที่ระดับดี โดยมีคะแนนประเมิน 9 คะแนน ส่วนกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชดังกล่าวที่ระดับดี โดยมีคะแนนประเมินระหว่าง 7-8 คะแนน ยกเว้นกรรมวิธีที่ 2 และ 5 ที่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 1 และ 3 เดือนหลังงอกเท่านั้น มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชที่ระดับปานกลางมีคะแนนประเมินอยู่ระหว่าง 4-6 คะแนน ทั้งสองแปลงทดลอง (Table 4) (figure 4)

การเจริญเติบโตของอ้อย

ความสูง วัดความสูงอ้อยที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งสุดท้าย และที่ระยะเก็บเกี่ยว โดยสุ่มวัดจากจำนวนต้นที่เป็นตัวแทนของแต่ละกรรมวิธีจำนวน 10 ต้น และนำมาหาค่าเฉลี่ย

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นที่ระยะ 1,2 เดือนหลังปลูกอ้อย และ ที่ระยะ 1,2,3 เดือนหลังปลูกอ้อย และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีความสูงเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 92.15 - 97.65 เซนติเมตร แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา

90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นที่ระยะ 1,3 เดือนหลังปลูกอ้อย มีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 89.25-90.50 เซนติเมตร และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีความสูงเฉลี่ย 72.12เซนติเมตร (Table 5 and 6)

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชพบว่า กรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นที่ระยะ 1,2 เดือนหลังปลูกอ้อย และ ที่ระยะ 1,2,3 เดือนหลังปลูกอ้อย และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีความสูงเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 135.68 - 144.28 เซนติเมตร แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นที่ระยะ 1,3 เดือนหลังปลูกอ้อย มีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 120.53 – 121.14 เซนติเมตร และทุกกรรมวิธีที่มีการจัดการวัชพืชมีความสูงเฉลี่ยของอ้อยมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีความสูงเฉลี่ย 102.05เซนติเมตร (Table 5 and 6)

การแตกกอ สุ่มนับจำนวนการแตกกอของอ้อยที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งสุดท้าย และที่ระยะเก็บเกี่ยว ผลผลิตโดยสุ่มนับจำนวนการแตกกอจากต้นที่เป็นตัวแทนของแต่ละกรรมวิธี จำนวน 10 ต้น และนำมาหาค่าเฉลี่ย

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นที่ระยะ 1,2 เดือนหลังปลูกอ้อย และ ที่ระยะ 1,2,3 เดือนหลังปลูกอ้อย และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนลำเฉลี่ยระหว่าง 8.38 - 9.53 ลำต่อกอ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นที่ระยะ 1,3 เดือนหลังปลูกอ้อย มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยระหว่าง 7.25 - 7.54 ลำต่อกอ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ย 7.54 ลำต่อกอ (Table 5 and 6)

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชพบว่า กรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นที่ระยะ 1,2 เดือนหลังปลูกอ้อย และ ที่ระยะ 1,2,3 เดือนหลังปลูกอ้อย และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนลำต่อกอ เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยระหว่าง 11.38 - 12.53 ลำต่อกอ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีกรรมวิธีการพ่นสารกำจัด

วัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นที่ระยะ 1,3 เดือนหลังปลูกอ้อย มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยระหว่าง 10.54 - 10.95 ลำต่อกอ และทุกกรรมวิธีที่มีการจัดการวัชพืชมีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยของอ้อยมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีจำนวนลำต่อกอเท่ากับ 9.54 ลำต่อกอ (Table 5 and 6)

ผลผลิต

ผลผลิต พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate-ammonium ในอ้อย ที่ระยะ 1 และ 2 เดือนหลังจากปลูกอ้อย มีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร กำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate-ammonium ที่ระยะ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูกอ้อย โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 8,755.6 – 11,777.8 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าและแตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL และ glufosinate-ammonium ในอ้อย ที่ระยะ 1 และ 3 เดือนหลังจากปลูกที่มีผลผลิตเฉลี่ย 7,822.2 – 8,355.6 กิโลกรัมต่อไร่ และทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชมีผลผลิตมากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 5,600.0 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งสองแปลงทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (Table 5 and 6)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษาช่วงระยะเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate-ammonium ในอ้อย เพื่อควบคุมวัชพืชอย่างมีประสิทธิภาพ ทำแปลงทดลองที่แปลงเกษตรกร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี และ อ.สูงเนิน จ. นครราชสีมา ไถเตรียมพื้นที่แปลงสำหรับปลูกอ้อย แบ่งพื้นที่เป็นแปลงทดลองย่อยตามกรรมวิธี ขนาดแปลงทดลองย่อยเท่ากับ 56 ตารางเมตร ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะห่างระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร หลุมละ 2 ท่อน ท่อนละ 2 ตา จากนั้นให้น้ำและดูแลจนอ้อยงอกตามปกติ และพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีหลังจากอ้อยอายุ 30 วัน โดยขณะพ่นสารกำจัดวัชพืชใช้หัวพ่นแบบพัดและใส่หัวครอบเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองสารไปถูกพืชปลูก ประเมินความเป็นพิษที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีความป็นพิษต่ออ้อย โดยที่ใบอ้อยมีอาการชีดเหลืองและเริ่มแห้ง และมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อยโดยต้นที่โดนละอองสารลงที่บริเวณปลายยอดจะมีอาการความเป็นพิษสูง ส่วนกรรมวิธีการพ่นสาร glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบอาการความเป็นพิษต่อต้นอ้อย โดยบริเวณปลายใบมีอาการไหม้เช่นเดียวกัน และประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีกว่าการพ่นสาร glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ โดยประเมินได้ 9 และ 6

คะแนน ตามลำดับ สำหรับวัชพืชที่พบในแปลงได้แก่ หญ้าตีนติด หญ้าตีนนก หญ้าดอกขาว ผักเบี้ยหิน โคกกระสุน และหญ้ายาง หลังจากอ้อยงอกและมีอายุครบ 2 เดือน ดำเนินการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีครั้งที่ 2 ประเมินความเป็นพิษที่ระยะ 7 และ 15 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีความเป็นพิษต่ออ้อย โดยที่ใบของอ้อยมีอาการซีดเหลืองและเริ่มแห้ง และมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อย โดยต้นที่โดนละอองสารลงที่บริเวณปลายยอดจะมีอาการความเป็นพิษสูง ส่วนกรรมวิธีการพ่นสาร glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบอาการความเป็นพิษต่อต้นอ้อย โดยบริเวณปลายใบมีอาการไหม้เช่นเดียวกัน แต่การพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีครั้งที่ 2 พบว่าอาการความเป็นพิษจะลดน้อยลงมากกว่าการพ่นสารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 เนื่องจากอ้อยเริ่มโตขึ้น

และการพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 1 และ 2 เดือนหลังจากปลูกอ้อย มีประสิทิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีเทียบเท่ากับกรรมวิธีพ่นสาร กำจัดวัชพืชที่ระยะ 1,2 และ 3 เดือนหลังปลูกอ้อยและงอก ซึ่งจากการทดลองสรุปได้ว่า ควรพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 1 และ 2 เดือนหลังจากปลูกอ้อยและอ้อยงอก เนื่องจากเป็นช่วงระยะเวลาที่อ้อยต้องการ การเจริญเติบโตที่ปราศจากการรบกวนจากวัชพืช ส่วนการพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 3 เดือนหลังอ้อยงอก ไม่มีความจำเป็นเนื่องจากอ้อยมีการเจริญเติบโตเต็มพื้นที่สามารถปกคลุมพื้นที่ว่างที่จะให้วัชพืชงอกขึ้นมาได้ ทำให้ไม่มีผลกระทบจากวัชพืชต่อการเจริญเติบโต อีกทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดการวัชพืชในแปลงด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของแปลงปลูกอ้อยที่อนุเคราะห์แปลงทดลอง และนักวิชาการเกษตรกลุ่มวิจัยวัชพืช ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้คำแนะนำการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate-ammonium ในอ้อย เพื่อเผยแพร่ให้ เกษตรกร นักวิชาการ นักส่งเสริมการเกษตร และประชาชนที่สนใจ เพื่อนำผลงานวิจัยที่ได้ไปต่อยอดหรือพัฒนาการใช้สารกำจัดวัชพืชในอ้อยร่วมกับการควบคุมวัชพืชวิธีอื่น
2. เกษตรกรมีทางเลือกในการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชแบบพ่นหลังวัชพืชงอกในอ้อยเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช ปี 2554. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กรุงเทพฯ. 149 หน้า.

สำนักงานวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. การผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, ปรีชา พราหมณีย์, จรัญ อารีย์, ธงชัย ตั้งเปรมศรี และ สมพงษ์ กาทอง. 2542. อิทธิพลของวัชพืชที่มีต่อการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุต่างๆ, น. 16. ใน เอกสารประชุมวิชาการอ้อยและข้าวฟ่าง ประจำปี 2541. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, จ. สุพรรณบุรี.

Table 1 Types and number of weeds at 30 days after application in non-treated plots at Nhong-ya-sai, Suphan-buri province and sung-noen, Nakhon Ratchasima province, 2020.

Weed species	After application 1st		After application 2nd		After application 3rd	
	Weed density number of weed /m^2	%	Weed density number of weed /m^2	%	Weed density number of weed /m^2	%
Brachiaria reptans (L.) C.A. Gardner & C.E. Hubb.	42.2	28.10	35.5	23.39	15	19.74
Digitaria ciliaris (retz.) koeler	24.0	15.98	29.3	19.30	12	15.79
Leptochloa mucronata (L.) Nees	30	19.97	32	21.08	10	13.16
Trianthema portulacastrum L.	24	15.98	14	9.22	9	11.84
Tribulus terrestris L.	15	9.99	18	11.86	23	30.26
Euphorbia heterophylla Linn.	15	9.99	23	15.15	7	9.21
total	**150.2**	**100**	**151.8**	**100**	**76**	**100**

Table 2 Phytotoxicity of herbicides at 7, 15, and 30 days after application on sugarcane at Nhong-ya-sai, Suphan-buri province, 2020.

Treatment	Phytotoxicity of herbicides [1/]								
	After application 1st			After application 2nd			After application 3rd		
	7 DDA [2/]	15 DAA	30 DAA	7 DDA	15 DAA	30 DAA	7 DDA	15 DAA	30 DAA
1. glyphosate 48% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	4	4	0	3	3	0	-	-	-
2. glyphosate 48% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	3	4	0	2	2	0	-	-	-
3. glyphosate 48% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	4	4	0	3	2	0	2	2	0
4. glufosinate 15% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	5	6	0	4	4	0	-	-	-
5. glufosinate 15% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	5	5	0	4	4	0	-	-	-
6. glufosinate 15% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	5	6	0	4	4	0	2	3	0
7. hand weeding	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. weedy check	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1/]Phytotoxicity 0 = normal 1 – 3 = slightly toxic 4– 6 = moderately toxic 7– 9 = severely toxic 10 = completely killed

[2/]DAA= days after application

Table 3 Phytotoxicity of herbicides at 7, 15, and 30 days after application on sugarcane at sung- noen, Nakhon Ratchasima province, 2020.

Treatment	Phytotoxicity of herbicides [1/]								
	After application 1st			After application 2nd			After application 3rd		
	7 DDA [2/]	15 DAA	30 DAA	7 DDA	15 DAA	30 DAA	7 DDA	15 DAA	30 DAA
1. glyphosate 48% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	4	4	0	3	3	0	-	-	-
2. glyphosate 48% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	4	3	0	2	2	0	-	-	-
3. glyphosate 48% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	4	3	0	3	2	0	2	2	0
4. glufosinate 15% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	5	6	0	4	4	0	-	-	-
5. glufosinate 15% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	4	5	0	4	4	0	-	-	-
6. glufosinate 15% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	5	6	0	3	4	0	2	3	0
7. hand weeding	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. weedy check	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1/]Phytotoxicity 0 = normal 1 – 3 = slightly toxic 4– 6 = moderately toxic 7– 9 = severely toxic 10 = completely killed

[2/]DAA= days after application

Table 4 Efficacy of herbicides at 30 and 60 days after last (3rd) application on sugarcane at Nhong-ya-sai, Suphan-buri province and sung- noen, Nakhon Ratchasima province, 2020.

Treatment	Efficacy of herbicides [1/]			
	Nhong-ya-sai, Suphan-buri		sung- noen, Nakhon Ratchasima	
	30 DDA [2/]	60 DAA	30 DDA	60 DAA
1. glyphosate 48% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	9	8	9	8
2. glyphosate 48% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	6	5	6	4
3. glyphosate 48% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	10	9	9	9
4. glufosinate 15% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	8	8	8	7
5. glufosinate 15% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	5	4	5	4
6. glufosinate 15% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	9	8	9	8
7. hand weeding	10	10	10	10
8. weedy check	0	0	0	0

[1/]Efficacy_0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control 10 = completely control

Table 5 Effect of post-emergence herbicide after application 3rd to development of Sugarcane at Nhong-ya-sai, Suphan-buri province, 2022.

Treatment	after application 3rd						Yield (Kg. /rai)
	Development						
	Height (cm.)			Tiller (no./tiller)			
	30 DAA	60 DAA	Harvest	30 DAA	60 DAA	Harvest	
1. glyphosate 48% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	96.32 a	142.15 a	199.3 b	8.30 a	10.30a	11.30 a	11,477.8 a
2. glyphosate 48% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	90.50 b	120.53 b	182.3 b	7.25 b	9.95b	9.95 b	9,611.1 ab
3. glyphosate 48% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	93.63 a	139.69 a	197.2 a	8.86 a	10.86a	12.86 a	10,866.7 a
4. glufosinate 15% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	94.56 a	137.25 a	202.0 a	8.73 a	11.73a	12.73 a	10,177.8 a
5. glufosinate 15% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	89.25 b	121.14 b	174.0 b	7.54 b	9.54b	9.54 b	9,311.1 ab
6. glufosinate 15% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	92.95 a	135.68 a	196.0 a	8.38 a	11.38a	12.56 a	9,977.8 ab
7. hand weeding	97.65 a	144.28 a	205.0 a	9.53 a	12.53a	12.83 a	12,022.9 a
8. weedy check	72.12 c	102.05 c	162.7c	6.54 c	6.54c	6.55 c	5,800.0 c
C.V. (%)	7.1	5.9	14.17	7.8	6.9	9.73	33.76

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 6 Effect of post-emergence herbicide after application 3rd to development of Sugarcane at sung- noen, Nakhon Ratchasima province, 2020.

Treatment	after application 3rd						Yield (Kg. /rai)
	Development						
	Height (cm.)			Tiller (no./tiller)			
	30 DAA	60 DAA	Harvest	30 DAA	60 DAA	Harvest	
1. glyphosate 48% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	94.12 a	142.15 a	199.3 b	8.30 a	10.30a	11.30 a	10,995.2 a
2. glyphosate 48% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	89.20 b	120.53 b	182.3 b	7.25 b	9.95b	9.95 b	9,813.1 ab
3. glyphosate 48% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	91.33 a	139.69 a	197.2 a	8.86 a	10.86a	12.86 a	10,562.1 a
4. glufosinate 15% SL at 1 and 2 months after grow sugarcane	94.96 a	137.25 a	202.0 a	8.73 a	11.73a	12.73 a	10,367.4 a
5. glufosinate 15% SL at 1 and 3 months after grow sugarcane	88.25 b	121.14 b	174.0 b	7.54 b	9.54b	9.54 b	9,214.7 ab
6. glufosinate 15% SL at 1, 2 and 3 months after grow sugarcane	92.30 a	135.68 a	196.0 a	8.38 a	11.38a	12.56 a	9,657.3 ab
7. hand weeding	97.65 a	144.28 a	205.0 a	9.53 a	12.53a	12.83 a	11,087.9 a
8. weedy check	72.12 c	102.05 c	162.7c	6.54 c	6.54c	6.55 c	5,760.0 c
C.V. (%)	7.8	8.9	16.9	9.1	7.2	4.8	39.8

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test

Figure 1 7 days after applications at first applications on sugarcane at Nhong-ya-sai, Suphan-buri province

(a) (b)

Figure 2 Toxicity of herbicide glufosinate 15% SL (a) at 7 days after application 1st compare with glyphosate 48% SL (b)

(a) (b)

Figure 3 Toxicity of herbicide glufosinate 15% SL (a) at 7 days after application 2nd compare with glyphosate 48% SL (b)

(a) (b)

Figure 4 Efficacy of herbicide to weed control at 30 Days after 3rd application (a) glyphosate 48% SL (b) glufosinate 15% SL

ศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกในอ้อย

Efficacy of post-emergence herbicide for control weeds in sugarcane

เทอดพงษ์ มหาวงศ์[1/] อุษณีย์ จินดากุล[1/] จรัญญา ปิ่นสุภา[2/]

[1/] กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

[2/] กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Abstract

Efficacy of post-emergence herbicide for control Purple Nut Sedge (*Cyperus rotundus*) in Sugarcane. Operated in farmer fields at Kamphengsean district, Nakhonpratom province and Nhong-ya-sai district, Suphanburi province. Field trials was set up in 7 treatments with 4 replications in experiment of RCBD compare with hand weeding and untreated control. Application at weeds stage 3 – 5 leaves. The result show 2 treatments of herbicide as halosulfuron methyl 75% WG rate 9 g ai/rai and flazasulfuron 25% WG rate 8 g ai/rai gave a good control Purple Nut Sedge (*Cyperus rotundus*) and efficacy could control weeds more than 60 Days after application. Could decreased weed number and weed dry weight compare with standard check as ethoxysulfuron 15% WG rate 3.75 g ai/rai, 2,4-D 84% W/V SL rate 210 g ai/rai, glyphosate 48% W/V SL rate 240 g ai/rai and untreated control. Moreover, Sugarcane had significant more height and tillers affected to had high yield.

Keywords : Purple Nut Sedge (*Cyperus rotundus*), Herbicide, Sugarcane

รหัสการทดลอง 01-02-63-04-00-00-04-63

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกในอ้อย ดำเนินการทดลอง ณ แปลงอ้อยของเกษตรกร อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม และ อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCBD 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช เริ่มพ่นสารกำจัดวัชพืช เมื่อแห้วหมูมีจำนวนใบ 3 – 5 ใบ จากการทดลอง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG อัตรา 9 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ สารกำจัดวัชพืช flazasulfuron 25% WG อัตรา 8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดี และสามารถควบคุมได้ยาวนานถึง 60 วันหลังพ่นสาร สามารถลดจำนวนต้น และน้ำหนักแห้งของแห้วหมูได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืชเปรียบเทียบ ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 3.75 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, 2,4-D 84% W/V SL อัตรา 210 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, glyphosate 48% W/V SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ทำให้อ้อยมีการเจริญเติบโตที่ดีทั้งความสูง และการแตกกอที่มากขึ้น ส่งผลให้ได้ผลผลิตมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำหลัก : แห้วหมู, สารกำจัดวัชพืช, อ้อย

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 6 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 50 ล้านตันต่อปี ผลผลิตเฉลี่ย 8-9 ตันต่อไร่ (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2552) นับว่าผลผลิตต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศคู่แข่ง ทั้งที่ประเทศไทยมีสภาพ ภูมิอากาศ เหมาะสมต่อ การปลูก เหมาะกับอ้อยเป็นอย่างมาก สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตอ้อยต่ำนั้น เนื่องจากพื้นที่ปลูกอ้อยอยู่ นอกเขตชลประทาน ต้องอาศัยน้ำฝนที่มีความแปรปรวนมาก และเกษตรกรขาดความรู้ในด้านการจัดการ ดิน น้ำ ธาตุอาหาร และการจัดการศัตรูพืชที่เหมาะสม วัชพืชเป็นศัตรูอ้อยชนิดหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย หากไม่กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูกจะสูญเสียผลผลิต 84.6% ในเขตชลประทาน และ 87.7% ในเขตน้ำฝน (เกลียว พันธ์, 2546) ในระยะ 60 - 120 วันหลังปลูก อ้อยจะมีการเจริญเติบโตช้าหากมีการแก่งแย่งแข่งขันเป็นเวลานานกับวัชพืชทั้ง ใบกว้าง ใบแคบวงศ์หญ้า และวัชพืชข้ามปี เช่น แห้วหมู ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงถึง 40 – 67 % ซึ่งในปัจจุบันมีสารกำจัดวัชพืชหลายชนิดที่ใช้ในอ้อยแต่ยังไม่สามารถควบคุมแห้วหมูได้อย่างสมบูรณ์ (Chauhan and Srivastra, 2002) วิธีการกำจัดวัชพืชแบบดั้งเดิมถูกจำกัด ด้วยต้นทุนแรงงานที่เพิ่มขึ้นและไม่ได้ผลเนื่องจากความล่าช้าในการทำงานการควบคุมวัชพืชสารเคมีด้วยสารเคมีกำจัดวัชพืชอาจถือได้ว่าเป็นทางเลือกที่เหมาะสมภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ สารเคมีกำจัดวัชพืชหลายชนิดที่มีคุณสมบัติทางเคมีและหน้าที่แตกต่างกันสามารถควบคุมวัชพืชในอ้อยได้ สำหรับการใช้งานที่ประสบความสำเร็จและประหยัดนั้นจำเป็นต้องเข้าใจปริมาณเวลาและวิธีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ ๆ (Suganthi *et al.*, 2013) ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารเคมีกำจัดวัชพืชที่จำหน่ายแล้ว เช่น atrazine, metribuzin มีข้อจำกัด การใช้กลุ่มสารเคมี

กำจัดวัชพืช เช่น atrazine และ metribuzin ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในกลไกการออกฤทธิ์ อาจทำให้เกิดความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืชและความเป็นพิษตกค้าง ปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมที่สุดมีความสำคัญต่อการลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม (Suganthi *et al*., 2013) ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการพัฒนาสารกำจัดวัชพืชทางเลือก เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ halosulfuron methyl, sulfentrazone, ethoxysulfuron, flazasulfuron, 2,4-D และ MCPA จึงควรนำมาศึกษาหาช่วงเวลาการใช้ที่เหมาะสม อัตรา คู่ผสม เป็นทางเลือกให้เกษตรกร รวมทั้งใช้เป็นคำแนะนำของกลุ่มวิจัยวัชพืช ให้เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชได้ถูกต้อง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี และไม่กระทบต่อผลผลิต

วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกต่ออ้อย ในเรือนทดลอง (ปี 2563)

อุปกรณ์

1. ท่อนพันธุ์อ้อย อายุ 8 – 12 เดือน
2. สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG 15% WG, halosulfuron methyl75% WG, sulfentrazone 48% SC, flazasulfuron 25% WG, 2,4-D 84% W/V SL, ametryl 50% W/V SC, MCPA 30% W/V SL และ glyphosate 48% W/V SL
3. กระถางขนาด 50 x 50 x 75 เซนติเมตร
4. ถังพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง (Knapsack sprayer)
5. ป้ายแสดงหน่วยการทดลอง

วิธีการ

วางแผนแบบ Randomize complete block (RCB) มี 3 ซ้ำ 10 กรรมวิธี คือ

1. พ่น ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 3.75 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่
2. พ่น halosulfuron methyl 75% WG อัตรา 9 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่
3. พ่น sulfentrazone 48% SC อัตรา 115.2 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่
4. พ่น flazasulfuron 25% WG อัตรา 8 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่
5. พ่น 2,4-D 84% SL อัตรา 210 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่
6. พ่น ametryl 50% SC อัตรา 360 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่
7. พ่น MCPA 30% SL อัตรา 135 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่
8. พ่น glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่
9. กำจัดวัชพืชด้วยมือที่ระยะ 1,2 และ 3 เดือน
10. ไม่กำจัดวัชพืช

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ปลูกอ้อยลงในกระบะขนาด 45 x 30 เซนติเมตร จำนวน 30 กระบะ วางท่อนอ้อย 2 ท่อนต่อกระบะ และพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลองกระบะละ 1 กรรมวิธี แล้วพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลองกระบะละ 1 กรรมวิธี พ่นสารกำจัดวัชพืชโดยใช้ถังพ่นแบบสะพายโยก (knapsack sprayer) หัวฉีดแบบแรงปะทะ (flood-jet nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ให้คะแนนความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชตามมาตรฐานคำแนะนำการทดลองประสิทธิภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ดังนี้

1. ความเป็นพิษต่ออ้อย ที่ระยะ 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก
1-3 = เป็นพิษเล็กน้อยต่อพืชปลูก
4-6 = เป็นพิษปานกลางต่อพืชปลูก
7-9 = เป็นพิษรุนแรงต่อพืชปลูก
10 = พืชปลูกตาย

บันทึกความสูง การแตกกอ ของต้นอ้อย ที่ระยะ 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การบันทึกข้อมูล

1. ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นอ้อย
2. ความสูง การแตกกอ ของต้นอ้อย
3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติความสูง การแตกกอ ของต้นอ้อย

เวลาและสถานที่

- ระหว่าง ตุลาคม 2562 - กันยายน 2563 โรงเรือนกลุ่มงานวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกของอ้อยในสภาพแปลง (ปี 2564)

นำสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดวัชพืช (ประสิทธิภาพระดับ 7 - 10) และ พบระดับความเป็นพิษน้อย-ไม่พบ ระดับความเป็นพิษ - พิษน้อย (ความเป็นพิษระดับ 0 - 3) ในขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นวิธีเกษตรกรปฏิบัติ คือ paraquat 110.4 กรัม(ai.)/ไร่ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานและกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช

วางแผนการทดลองแบบ Randomize complete block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธี 1 – 4 เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ไม่เป็นอันตรายต่ออ้อย หรือเป็นพิษเพียงเล็กน้อยในขั้นตอนที่ 1

กรรมวิธี 5. glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรรมวิธี 6. กำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน

กรรมวิธี 7. ไม่กำจัดวัชพืช

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ไถ เตรียมดิน เก็บเศษชิ้นส่วนวัชพืชออกจากแปลง พรวน ยกร่อง ขนาดแปลงทดลองย่อย ขนาด 7 x 8 เมตร โดยใช้วิธีการปลูกแบบเกษตรกร ทำการกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการ ทดลอง โดยใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack) หัวฉีดแบบแรงปะทะ (flood-jet nozzle) อัตราพ่น 80 ลิตร/ไร่ โดยพ่นที่แห้วหมู มีจำนวนใบ 3 – 5 ใบ หรือ 20 – 30 วันหลังปลูก เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยหลังอายุ 12 เดือน ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 4 x 4 ตารางเมตร

วิธีการให้คะแนน

1. ความเป็นพิษต่ออ้อยที่ระยะ 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก

1-3 = เป็นพิษเล็กน้อยต่อพืชปลูก

4-6 = เป็นพิษปานกลางต่อพืชปลูก

7-9 = เป็นพิษรุนแรงต่อพืชปลูก

10 = พืชปลูกตาย

2. ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 15, 30, 45, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

0 = ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้

1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย

4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง

7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี

10 = ควบคุมวัชพืชได้ดีมาก

การบันทึกข้อมูล

1. ชนิดและน้ำหนักแห้งของวัชพืชต่อพื้นที่ 0.25 ตารางเมตร จำนวน 2 จุด ที่ระยะ 30 และ 40 วันหลังใช้สารกำจัดวัชพืช และก่อนเก็บเกี่ยว

2. ความเป็นพิษต่อต้นอ้อย ที่ระยะ 7, 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร

3. ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ที่ระยะ 15, 30, 45, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร

4. ความสูง การแตกกอ ที่ระยะ 60, 120 และ 240 วันหลังพ่นสาร

5. ผลผลิต เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออ้อยมีอายุไม่น้อยกว่า 8 เดือน หลังปลูก

6. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตน้ำหนักแห้งของวัชพืช ความสูง องค์ประกอบของผลผลิตและผลผลิตของอ้อยและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เวลาและสถานที่

- แปลงทดลองที่ 1 ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ.2563 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564
- แปลงทดลองที่ 2 ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ.2563 - เดือนกันยายน พ.ศ.2564
- สถานที่ แปลงอ้อยของเกษตรกร อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม และ อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี (จำนวน 2 แปลงทดลอง)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1.1 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกต่ออ้อย ในโรงเรือน

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่ออ้อย

พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา ที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช sunfentrazone อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ametryn อัตรา 360 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สารกำจัดวัชพืช และ glyphosate อัตรา 240 g ai/rai อ้อยแสดงอาการเป็นพิษปานกลาง ทำให้ใบไหม้ในส่วนที่สัมผัสส่วนที่รับสาร ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช MCPA อัตรา 135 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ อ้อยแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อย โดยที่มีใบไหม้เล็กน้อย และสาร imazapic อัตรา 19.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ อ้อยแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยทำให้อ้อยชะงักการเจริญเติบโต (Figure 1)

ที่ระยะ 14 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช sunfentrazone อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ametryn อัตรา 360 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สารกำจัดวัชพืช และ glyphosate อัตรา 240 g ai/rai อ้อยแสดงอาการเป็นพิษปานกลาง ทำให้ใบไหม้ในส่วนที่สัมผัสส่วนที่รับสาร ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช MCPA อัตรา 135 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ อ้อยยังคงแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยแต่ลดลงจากที่ระยะ 7 วัน และสาร imazapic อัตรา 19.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ อ้อยแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยทำให้อ้อยชะงักการเจริญเติบโต (Figure 2)

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช sunfentrazone อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ametryn อัตรา 360 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สารกำจัดวัชพืช และ glyphosate อัตรา 240 g ai/rai อ้อยแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อย ทำให้ใบไหม้ในส่วนที่สัมผัสส่วนที่รับสารแต่มีการฟื้นตัวและแตกใบใหม่ ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช MCPA อัตรา 135 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ไม่แสดงอาการเป็นพิษ และสาร imazapic อัตรา 19.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ อ้อยแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยและอ้อยชะงักการเจริญเติบโต (Table 1)

ขั้นตอนที่ 1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกต่อแห้วหมู ในโรงเรือน

ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช

จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช sulfentrazone อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดี ประเมินได้ในระดับ 7 ส่วนในกรรมวิธี ethoxysulfuron อัตรา 3.75 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, halosulfuron methyl อัตรา 9 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, flazasulfuron อัตรา 8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, 2,4-D อัตรา 210 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ glyphosate อัตรา 240 g ai/rai มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชระดับปานกลางที่ ระดับ 5 – 6 ในกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช ametryn อัตรา 360 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, MCPA อัตรา 135 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ imazapic อัตรา 19.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมแห้วหมูได้เล็กน้อยในระดับ 1 – 3

ที่ระยะ 14 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron อัตรา 3.75 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, halosulfuron methyl อัตรา 9 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, sulfentrazone อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, flazasulfuron อัตรา 8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, 2,4-D อัตรา 210 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดี ประเมินได้ในระดับ 7 – 8 ส่วนในกรรมวิธีที่ใช่สารกำจัดวัชพืช MCPA อัตรา 135 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ glyphosate อัตรา 240 g ai/rai มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชระดับปานกลางที่ระดับ 5 ในกรรมวิธีที่ใช่สารกำจัดวัชพืช ametryn อัตรา 360 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ imazapic อัตรา 19.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมแห้วหมูลดลงประเมินได้ในระดับ 1 (Figure 3, 4)

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl อัตรา 9 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ flazasulfuron อัตรา 8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมแห้วหมูได้อย่างสมบูรณ์ กรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron อัตรา 3.75 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, sulfentrazone อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, 2,4-D อัตรา 210 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, MCPA อัตรา 135 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ glyphosate อัตรา 240 g ai/rai มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดีที่ระดับ 8 – 9 ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic อัตรา 19.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และในกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช ametryn อัตรา 360 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมแห้วหมูได้เล็กน้อยที่ระดับ 1 - 3 (Table 2)

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกของอ้อยในสภาพแปลง

แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่ออ้อย

จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL อ้อยแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยที่ระดับ 1 โดยที่ใบของอ้อยมีอาการใบไหม้เล็กน้อย และต้นมีการชะงักการเจริญเติบโต แต่ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัด

วัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL ไม่ทำให้อ้อยแสดงอาการเป็นพิษ

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สาร halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL และ glyphosate 48% W/V SL ไม่ทำให้อ้อยแสดงอาการเป็นพิษ ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL อ้อยมีการแตกใบใหม่ แล้วมีการเจริญเติบโตที่เป็นปกติ (Table 3)

ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมแห้วหมู

จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดีที่ระดับ 7.0 – 9.0 ส่วนในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ปานกลางที่ระดับ 5.0

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG และ flazasulfuron 25% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดีที่ระดับ 9.5 ส่วนในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ปานกลางที่ระดับ 6.0 และในกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ในระดับเล็กน้อยที่ 3.0

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG และ flazasulfuron 25% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดีที่ระดับ 7.0 ส่วนในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ปานกลางที่ระดับ 5.0 และในกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ในระดับเล็กน้อยที่ 1.0 (Table 4)

ผลของสารกำจัดวัชพืช ต่อจำนวนต้นแห้วหมู ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร

จากการสุ่มนับจำนวนต้นแห้วหมู ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนต้นแห้วหมูเฉลี่ย 18.0 – 56.3 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL ที่มีจำนวนต้น แห้วหมูเฉลี่ย 144.0 ต้นต่อตารางเมตร และในทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนต้นแห้วหมูเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีจำนวนต้นแห้วหมูเฉลี่ย 213.3 ต้นต่อตารางเมตร

จากการชั่งน้ำหนักแห้งต้นแห้วหมู ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืช

ด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งแห้วหมูเฉลี่ย 0.0 – 15.2 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL และ glyphosate 48% W/V SL ที่มีน้ำหนักแห้งแห้วหมูเฉลี่ย 40.6 – 173.1 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีน้ำหนักแห้งแห้วหมูเฉลี่ย 313.9 กรัมต่อตารางเมตร มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน แต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL (Table 5)

ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

ความสูง ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า ในทุกกรรมวิธีมีความสูงของอ้อยไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 15.8 – 39.2 เซนติเมตร ส่วนที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีความสูงเฉลี่ย 37.6 – 39.7 เซนติเมตร มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และ กรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีความสูงเฉลี่ย 37.6 – 39.7 เซนติเมตร แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL ที่มีความสูงเฉลี่ย 23.5 เซนติเมตร และที่ระยะเก็บเกี่ยว กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีความสูงเฉลี่ย 114.3 – 120.5 เซนติเมตร มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน แต่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL ที่มีความสูงเฉลี่ย 83.7 เซนติเมตร และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีความสูงเฉลี่ย 90.6 เซนติเมตร (Table 6)

การแตกกอ ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีการแตกกอเฉลี่ย 1.5 – 1.6 ต้นต่อกอ มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 1.0 – 1.2 ต้นต่อกอ แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 0.6 ต้นต่อกอ และ
กรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีการแตกกอเฉลี่ย 0.5 ต้นต่อกอ ส่วนที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG มีการแตกกอเฉลี่ย 3.0 ต้นต่อกอ มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flazasulfuron 25% WG, 2,4-D 84% W/V SL, ethoxysulfuron 15% WG และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 1.6 – 2.3 ต้นต่อกอ แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 0.9 ต้นต่อกอ

ส่วนที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีการแตกกอเฉลี่ย 8.2 – 9.1 ต้นต่อกอ มากกว่าแตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL, กรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 3.2 – 6.5 ต้นต่อกอ (Table 6)

ผลผลิต พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีผลผลิตเฉลี่ย 10,117.8 – 10,977.8 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 9,777.8 – 9,911.1 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มากกว่าแตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 3,022.2 – 4,311.1 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 6)

แปลงที่ 2 แปลงเกษตรกร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่ออ้อย

จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL อ้อยแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยที่ระดับ 1 โดยที่ใบของอ้อยมีอาการใบไหม้เล็กน้อย และต้นมีการชะงักการเจริญเติบโต แต่ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL ไม่ทำให้อ้อยแสดงอาการเป็นพิษ

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สาร halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL และ glyphosate 48% W/V SL ไม่ทำให้อ้อยแสดงอาการเป็นพิษ ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL อ้อยมีการแตกใบใหม่ แล้วมีการเจริญเติบโตที่เป็นปกติ (Table 7)

ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมแห้วหมู

จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL และ glyphosate 48% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดีที่ระดับ 7.0 – 9.5

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดีที่ระดับ 7.0 – 9.0 ส่วนในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ในระดับปานกลางที่ 5.0

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG และ flazasulfuron 25% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดีที่ระดับ 7.5 ส่วนใน

กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ปานกลางที่ระดับ 5.0 – 6.0 และในกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ในระดับเล็กน้อยที่ 3 (Table 8)

ผลของสารกำจัดวัชพืช ต่อจำนวนต้นแห้วหมู ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร

จากการสุ่มนับจำนวนต้นแห้วหมู ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL, glyphosate 48% W/V SL และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนต้นแห้วหมูเฉลี่ย 0.0 – 29.5 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีจำนวนต้นแห้วหมูเฉลี่ย 100.5 ต้นต่อตารางเมตร (Table 9)

จากการชั่งน้ำหนักแห้งต้นแห้วหมู ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร พบว่า halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL, glyphosate 48% W/V SL และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งแห้วหมูเฉลี่ย 0.0 – 4.60 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีน้ำหนักแห้งแห้วหมูเฉลี่ย 13.04 กรัมต่อตารางเมตร (Table 9)

ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

ความสูง ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, ethoxysulfuron 15% WG มีความสูงเฉลี่ย 40.7 – 42.6 เซนติเมตร มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flazasulfuron 25% WG, 2,4-D 84% W/V SL และ กรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ที่มีความสูงเฉลี่ย 34.1 – 35.1 เซนติเมตร แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL ที่มีความสูงเฉลี่ย 27.6 เซนติเมตร และ กรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีความสูงเฉลี่ย 27.9 เซนติเมตร ส่วนที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG มีความสูงเฉลี่ย 83.0 – 84.5 เซนติเมตร มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL, กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และ กรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีความสูงเฉลี่ย 54.5 – 59.3 เซนติเมตร แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL ที่มีความสูงเฉลี่ย 49.3 เซนติเมตรและที่ระยะเก็บเกี่ยว กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG มีความสูงเฉลี่ย 123.5 เซนติเมตร มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flazasulfuron 25% WG ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL, กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และ กรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีความสูงเฉลี่ย 97.5 – 120.8 เซนติเมตร แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL ที่มีความสูงเฉลี่ย 84.9 เซนติเมตร (Table 10)

การแตกกอ ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flazasulfuron 25% WG มีการแตกกอเฉลี่ย 2.9 ต้นต่อกอ มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG และ 2,4-D 84% W/V SL ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 2.3 – 2.4 ต้นต่อกอ แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG, glyphosate 48% W/V SL, กรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีการแตกกอเฉลี่ย 0.7 – 1.5 ต้นต่อกอ

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีการแตกกอเฉลี่ย 6.5 ต้นต่อกอ มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flazasulfuron 25% WG ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 6.3 ต้นต่อกอ แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช 2,4-D 84% W/V SL, ethoxysulfuron 15% WG, glyphosate 48% W/V SL และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 2.2 – 5.0 ต้นต่อกอ

ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีการแตกกอเฉลี่ย 8.5 – 9.5 ต้นต่อกอ มากกว่าแตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL, กรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีการแตกกอเฉลี่ย 5.6 – 7.3 ต้นต่อกอ (Table 10)

ผลผลิต พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG, ethoxysulfuron 15% WG และ 2,4-D 84% W/V SL มีผลผลิตเฉลี่ย 8,755.6 – 11,777.8 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าแตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% W/V SL และ กรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 5,822.2 – 8,355.6 กิโลกรัมต่อไร่ และทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชมีผลผลิตมากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 5,600.0 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 10)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการทดลองศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกในอ้อย พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช halosulfuron methyl 75% WG, flazasulfuron 25% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูได้ดี จนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร โดยที่สามารถลดจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของแห้วหมูได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืชเปรียบเทียบ ethoxysulfuron 15% WG, 2,4-D 84% W/V SL, glyphosate 48% W/V SL และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช และทำให้อ้อยมีการเจริญเติบโตที่ดีทั้งความสูง และการแตกกอ ส่งผลให้ได้ผลผลิตมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของแปลงอ้อยที่อนุเคราะห์แปลงทดลอง คุณศิราณี เอนกวานิช และนักวิชาการเกษตรกลุ่มวิจัยวัชพืช ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

เกลียวพันธ์ สุวรรณรักษ์. 2546. วัชพืชในไร่อ้อยการป้องกันและการจัดการ. เอกสารวิชาการ อ้อย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศูนย์สถิติการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2552/53. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 225 น.

Chaunhan R.S. and Srivastava T.K.. 2002. Influence of weed management practices on weed growth and yield of sugarcane. Indian J. Weed Sci., 34: 318-319

Suganthi M., Muthukrishnan P. and Chinnusamy C. 2013. Influence of early Post Emergence Sulfonyurea Herbicides on Growth, Yield Parameters, Yield and Weed Control Efficiency in Sugarcane. Journal of Agronomy 12 (1): 59-63, 2013

Table 1 Phytotoxicity of post-emergence herbicide to sugarcane at 7, 14 and 30 days after application in green house.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Phytotoxicity		
		7 DAA	14 DAA	30 DAA
1. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	0	0	0
2. halosulfuron methyl 75% WG	9	0	0	0
3. sulfentrazone 48% W/V SC	112.5	5	5	3
4. flazasulfuron 25% WG	8	0	0	0
5. 2,4-D 84% W/V SL	210	0	0	0
6. ametryn 50% SC	360	7	5	3
7. MCPA 30% W/V SL	135	1	0	0
8. glyphosate 48% W/V SL	240	5	5	1
9. imazapic 24% W/V SL	19.2	2	2	2
10. Untreated	-	0	0	0

Phytotoxicity level:0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAA = Days after application

Table 2 Efficacy of post-emergence herbicide to control *Cyperus rotundus* at 7,14 and 21 Days after application in green house.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy		
		7 DAA	14 DAA	21 DAA
1. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	5	7	8
2. halosulfuron methyl 75% WG	9	5	7	10
3. sulfentrazone 48% W/V SC	112.5	7	7	9
4. flazasulfuron 25% WG	8	5	7	10
5. 2,4-D 84% W/V SL	210	6	8	8
6. ametryn 50% SC	360	3	1	0
7. MCPA 30% W/V SL	135	3	5	8
8. glyphosate 48% W/V SL	240	5	5	8
9. imazapic 24% W/V SL	19.2	1	1	3
10. Untreated	-	-	-	-

Efficacy level : 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 3 Phytotoxicity of post-emergence herbicide in Sugarcane at Kamphengsean district.

Treatment	Application Rate (g ai./rai)	Phytotoxicity	
		15 DAA	30 DAA
1. halosulfuron methyl 75% WG	9	0	0
2. flazasulfuron 25% WG	8	0	0
3. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	0	0
4. 2,4-D 84% W/V SL	210	0	0
5. glyphosate 48% W/V SL	240	1	0
6. hand weeding	-	0	0
7. weedy check	-	0	0

Phytotoxicity level: 0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAA = Days after application

Table 4 Efficacy of post-emergence herbicide in Sugarcane at Kamphengsean district.

Treatment	Application Rate (g ai./rai)	Efficacy		
		15 DAA	30 DAA	60 DAA
1. halosulfuron methyl 75% WG	9	9.0	9.5	7.0
2. flazasulfuron 25% WG	8	9.0	9.5	7.0
3. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	7.0	6.0	5.0.
4. 2,4-D 84% W/V SL	210	8.0	6.0	5.0
5. glyphosate 48% W/V SL	240	5.0	3.0	1.0
6. hand weeding	-	-	-	-
7. weedy check	-	-	-	-

Efficacy level : 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 5 Effect of post-emergence herbicide to Number and dry weight of *C. rotundus* at 30 days after application at Kamphengsean district.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	No. of *C. rotundus* (no./m^2)	Dry weight of *C. rotundus* (g./m^2)
1. halosulfuron methyl 75% WG	9	22.0 a	15.2 a
2. flazasulfuron 25% WG	8	18.0 a	11.9 a
3. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	56.3 a	96.7 b
4. 2,4-D 84% W/V SL	210	49.3 a	40.6 b
5. glyphosate 48% W/V SL	240	144.0 b	173.1 bc
6. hand weeding	-	0.0 a	0.0 a
7. weedy check	-	213.3 c	313.9 c
C.V. (%)		40.72	72.28

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 6 Effect of post-emergence herbicide to development of Sugarcane at Kamphengsean district.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Development						Yield (Kg. /rai)
		Height (cm.)			Tiller (no./tiller)			
		30 DAA	60 DAA	Harvest	30 DAA	60 DAA	Harvest	
1. halosulfuron methyl 75% WG	9	19.9 a	39.7 a	114.3 a	1.5 a	3.0 a	9.1 a	10,977.8 a
2. flazasulfuron 25% WG	8	21.0 a	37.8 a	116.4 a	1.6 a	2.3 ab	8.9 a	9,911.1 ab
3. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	19.3 a	37.8 a	120.5 a	1.2 ab	1.6 ab	8.4 a	9,866.7 ab
4. 2,4-D 84% W/V SL	210	20.1 a	37.6 a	119.1 a	1.5 a	1.8 ab	8.2 a	10,177.8 a
5. glyphosate 48% W/V SL	240	15.8 a	23.5 b	83.7 b	0.6 b	0.9 b	6.1 b	4,311.1 bc
6. hand weeding	-	39.2 a	30.8 ab	98.5 ab	1.0 ab	1.9 ab	6.5 b	9,777.8 ab
7. weedy check	-	26.7 a	31.3 ab	90.6 b	0.5 b	0.9 b	3.2 c	3,022.2 c
C.V. (%)		55.73	13.42	14.17	37.10	40.44	9.73	33.76

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 7 Phytotoxicity of post-emergence herbicide in Sugarcane at Nhong-ya-sai district.

Treatment	Application Rate (g ai./rai)	Phytotoxicity	
		15 DAA	30 DAA
1. halosulfuron methyl 75% WG	9	0	0
2. flazasulfuron 25% WG	8	0	0
3. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	0	0
4. 2,4-D 84% W/V SL	210	0	0
5. glyphosate 48% W/V SL	240	1	0
6. hand weeding	-	0	0
7. weedy check	-	0	0

Phytotoxicity level: 0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAA = Days after application

Table 8 Efficacy of post-emergence herbicide in Sugarcane at Nhong-ya-sai district.

Treatment	Application Rate (g ai./rai)	Efficacy		
		15 DAA	30 DAA	60 DAA
1. halosulfuron methyl 75% WG	9	9.5	9.0	7.5
2. flazasulfuron 25% WG	8	9.5	9.0	7.5
3. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	8.0	7.0	6.0
4. 2,4-D 84% W/V SL	210	9.0	8.0	5.0
5. glyphosate 48% W/V SL	240	7.0	5.0	3.0
6. hand weeding	-	-	-	-
7. weedy check	-	-	-	-

Efficacy level : 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 9 Effect of post-emergence herbicide to Number and dry weight of *C. rotundus* at 30 days after application at Nhong-ya-sai district.

Treatment	Application Rate (g ai./rai)	No. of *C. rotundus* (no./m^2)	Dry weight of *C. rotundus* (g./m^2)
1. halosulfuron methyl 75% WG	9	6.0 a[1/]	0.76 a
2. flazasulfuron 25% WG	8	18.5 a	2.74 a
3. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	26.5 a	3.68 a
4. 2,4-D 84% W/V SL	210	20.5 a	2.84 a
5. glyphosate 48% W/V SL	240	29.5 a	4.60 a
6. hand weeding	-	0.0 a	0.0 a
7. weedy check	-	100.5 b	13.04 b
C.V. (%)		53.39	48.70

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 10 Effect of post-emergence herbicide to development of Sugarcane at Nhong-ya-sai district.

Treatment	Application Rate (g ai./rai)	Development						Yield (Kg. /rai)
		Height (cm.)			Tiller (no. /tiller)			
		30 DAA	60 DAA	Harvest	30 DAA	60 DAA	Harvest	
1. halosulfuron methyl 75% WG	9	42.6 a[1/]	83.0 a	123.5 a	2.3 ab	6.5 a	9.5 a	11,777.8 a
2. flazasulfuron 25% WG	8	34.9 ab	84.5 a	120.8 ab	2.9 a	6.3 ab	9.0 a	11,466.7 a
3. ethoxysulfuron 15% WG	3.75	40.7 a	54.5 ab	111.1 ab	1.5 bc	5.0 bc	8.5 a	8,977.8 a
4. 2,4-D 84% W/V SL	210	35.1 ab	55.2 ab	115.7 ab	2.4 ab	4.1 cd	8.7 a	8,755.6 a
5. glyphosate 48% W/V SL	240	27.6 b	49.3 b	84.9 b	0.6 c	3.7 d	6.8 b	5,822.2 b
6. hand weeding	-	34.1 ab	59.3 ab	106.7 ab	1.0 c	6.5 a	7.3 b	8,355.6 b
7. weedy check	-	27.9 b	68.3 ab	97.5 ab	0.7 c	2.2 d	5.6 c	5,600.0 c
C.V. (%)		11.75	23.56	14.33	36.26	12.34	11.56	11.20

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Figure 1 Effect of post-emergence herbicide to sugarcane at 7 Days after application

Figure 2 Effect of post-emergence herbicide to sugarcane at 14 Days after application

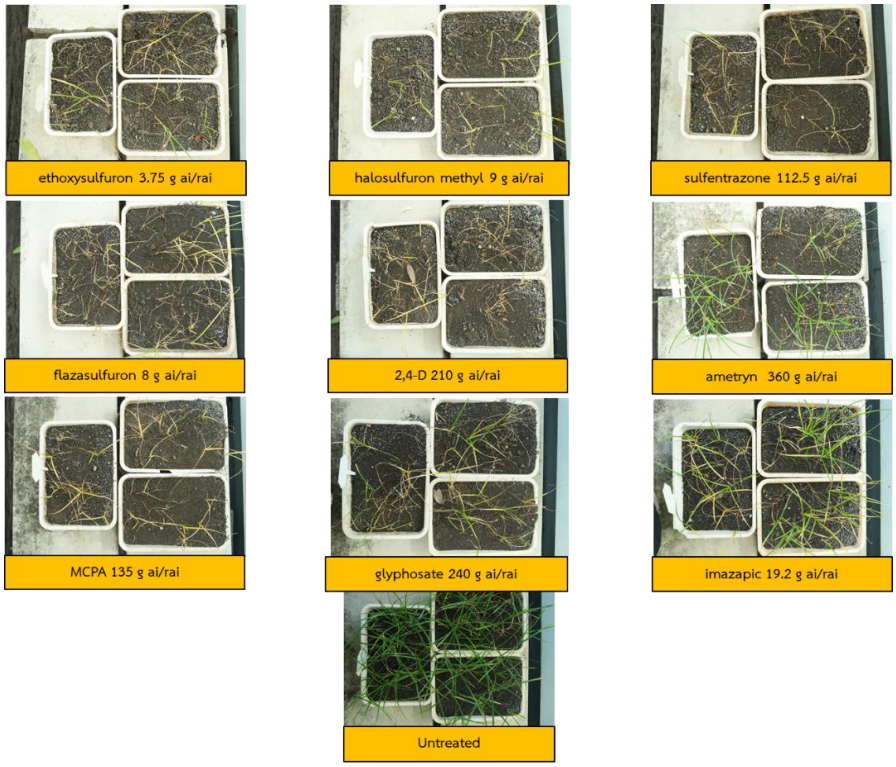


Figure 3 Effect of post-emergence herbicide to control *Cyperus rotundus* at 14 Days after application

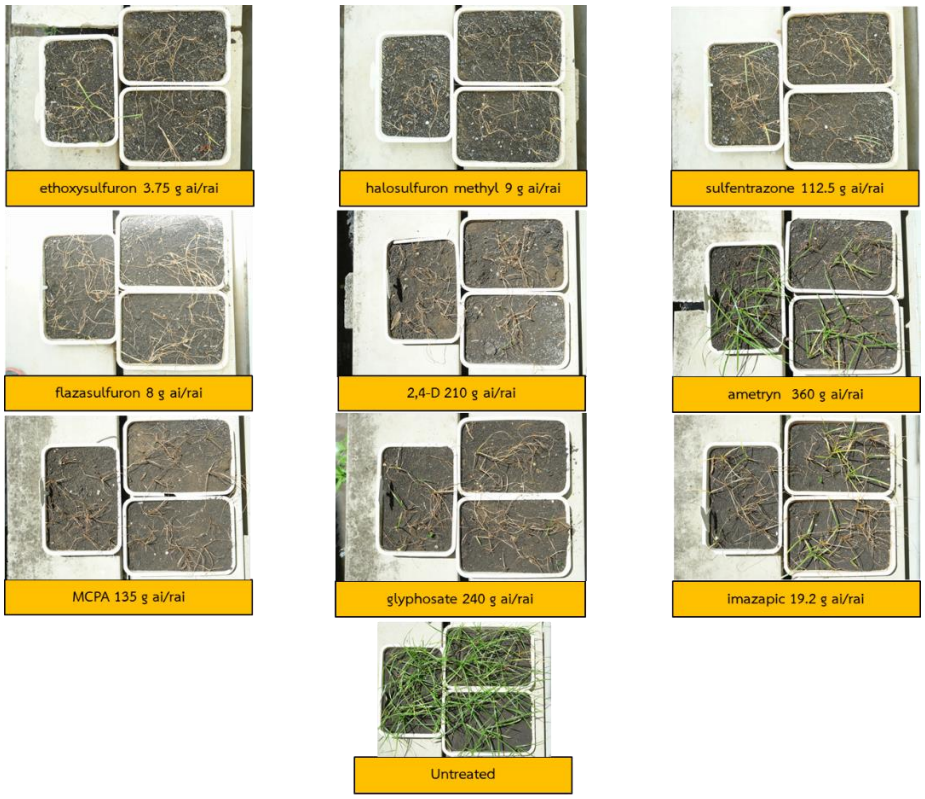


Figure 4 Effect of post-emergence herbicide to control *Cyperus rotundus* at 21 Days after application

ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันพื้นที่ปลูกใหม่เขตภาคเหนือ

Efficacy of herbicides on oil palm in new planting area around the northern region

จรัญญา ปิ่นสุภา[1/] เทอดพงษ์ มหาวงศ์[2/] เอกรัตน์ ธนูทอง[2/] อุษณีย์ จินดากุล[2/]

[1/]กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชและพืชทดแทนพลังงาน

[2/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Weeds are considered one of major problems in oil palm plantation, especially on new planting areas in northern region. Many types of weeds are different from other regions. The survey of oil palm plantation areas in Chiang Rai and Uttaradit province was carried out; four dominant weed species weed found including Spanish needle (*Bidens pilosa*), Goat weed (*Ageratum conyzoides*), Sensitive plant (*Mimosa pudica*), and carabao grass (*Paspalum conjugatum*). The objective of this research is to investigate the efficacy of herbicides on oil palm in planting areas of northern region. The study was implemented from January to October 2020. The 12 tank mixing herbicides were investigated including atrazine+fluazifop-P-butyl (300+24 g ai/rai), atrazine+ametryn (300+320 g ai/ rai), atrazine+ glufosinate (300+105 g ai/ rai), indaziflam+fluazifop-P-butyl (12+24 g ai/ rai), indaziflam+ametryn (12+320 g ai/ rai), indaziflam+glufosinate(12+105 g ai/ rai), carfentrazon+ fluazifop-P-butyl (8+24 g ai/ rai), carfentrazon+ametryn (8+320 g ai/ rai), carfentrazon+ glufosinate (8+105 g ai/ rai), ethoxysulfuron+fluazifop-P-butyl (9+24 g ai/ rai), ethoxysulfuron+ametryn (8+320 g ai/ rai), ethoxysulfuron+glufosinate (8 + 105 g ai/ rai) .They were compared with glyphosate (240 g ai/rai), paraquat (110.4 g ai/rai), and non-treated control. The results revealed that all mixing herbicides treatments thoroughly controlled the dominant weed species. There were some treatments nonetheless preforming moderated to good control: carfentrazone-ethyl

รหัสการทดลอง 01-118-60-01-04-00-01-63

+fluazifop-P-butyl and ethoxysulfuron+fluazifop-P-butyl. Shortly afterwards two field experiments were examined at the Horticulture Research Center Chiangrai and a farmer's field in Wiang Chiang Rung, Chiangrai province from January to April 2021. These two fields revealed similar results; atrazine+glufosinate, indaziflam+glufosinate, carfentrazone-ethyl+glufosinate and ethoxysulfuron+glufosinate perfomed promising weed control up to 60 days after application and did not affect the growth of oil palm trees.

Keywords : weed management, tank mixtures herbicides, weed

บทคัดย่อ

วัชพืชเป็นปัญหาสำคัญในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกใหม่ในเขตภาคเหนือ ซึ่งพบมีวัชพืชแพร่กระจายหลายชนิด ที่แตกต่างไปจากภาคอื่น จากการสำรวจพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดเชียงราย และจังหวัดอุตรดิตถ์ พบวัชพืชเด่น (dominant species) 4 ชนิด ได้แก่ ปืนนกไส้ (*Bidens pilosa*) สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) ไมยราบ (*Mimosa pudica*) และหญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum*) นำเมล็ดวัชพืชดังกล่าวมาทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง เพื่อหาสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ปลูกเขตภาคเหนือ ดำเนินการทดลอง เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช ระหว่าง เดือนมกราคม-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 สารกำจัดวัชพืชที่นำมาทดสอบ ได้แก่ atrazine+ fluazifop-P-butyl (320+24 g ai/ไร่), atrazine+ametryn (320+360 g ai/ไร่), atrazine+ glufosinate (320+105 g ai/ไร่), indaziflam+fluazifop-P-butyl (12+24 g ai/ไร่), indaziflam +ametryn (12+320 g ai/ไร่), indaziflam+glufosinate(12+105 g ai/ไร่), carfentrazone-ethyl + fluazifop-P-butyl (8 +24 g ai/ไร่), carfentrazone-ethyl+ametryn (8+360 g ai/ไร่), carfentrazone-ethyl + glufosinate (8+105 g ai/ไร่), ethoxysulfuron+fluazifop-P-butyl (9+24 g ai/ไร่), ethoxysulfuron+ametryn (8 + 360 g ai/ไร่), ethoxysulfuron+glufosinate (8 + 105 g ai/ไร่), เปรียบเทียบกับสารกำจัดวัชพืช glyphosate (240 g ai/ไร่), paraquat (110.4 g ai/ไร่) และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่าสารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธีในการทดลองมีประสิทธิภาพกำจัดวัชพืชเด่นที่เป็นปัญหาในแปลงปาล์มน้ำมันในเขตภาคเหนือได้อย่างสมบูรณ์ ยกเว้นสารกำจัดวัชพืช carfentrazone-ethyl +fluazifop-P-butyl และ ethoxysulfuron+fluazifop-P-butyl ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ปานกลางถึงดี จึงนำสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพไปทดสอบในสภาพแปลง ดำเนินการทดลองที่จังหวัด

เชียงราย จำนวน 2 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และแปลงเกษตรกร อำเภอเวียงเชียงรุ้ง ระหว่างเดือนมกราคม-เดือนเมษายน พ.ศ. 2564 ทั้ง 2 แปลงให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน พบว่า สารกำจัดวัชพืช atrazine+glufosinate, indaziflam+glufosinate, carfentrazone-ethyl+glufosinate และ ethoxysulfuron+glufosinate มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร และไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตต่อต้นปาล์มน้ำมัน

คำหลัก : การจัดการวัชพืช สารกำจัดวัชพืชแบบผสม วัชพืช

คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis quineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย และ เป็นพืชที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (ปิยวรรณ และคณะ, 2557) ทำให้รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมและพัฒนาปาล์มน้ำมันทั้งระบบอย่างต่อเนื่อง ภายใต้แผนพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มปี 2551-2555 ที่มุ่งการพัฒนาและสร้างสรรค์มูลค่าปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์มทั้งระบบอย่างยั่งยืน จนส่งผลมีการขยายพื้นที่ปลูกทั่วประเทศประมาณ 3.19 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) รวมถึงพื้นที่ในเขตพื้นที่สูงหรือภาคเหนือของประเทศไทยที่มีพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300-500 เมตร พบว่าสามารถที่ปลูกปาล์มน้ำมันได้ ถึงแม้พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตภาคใต้ส่วนใหญ่เป็นที่ราบและสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 20-50 เมตร ในช่วงปี 2557-2559 มีการขยายตัวของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมายังเขตภาคเหนือมากขึ้น พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่ในเขตภาคเหนือเป็นที่ราบ และที่ราบเนินเขาลาดชัน ผลการสำรวจพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตภาคเหนือ พบว่ามีพื้นที่ปลูกในจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน อุตรดิตถ์ แม่ฮ่องสอน ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย และพิษณุโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ดังนั้นปาล์มน้ำมันเป็นพืชใหม่ในพื้นที่ภาคเหนือ โดยพื้นที่ปลูกมีสภาพแวดล้อม และลักษณะของพื้นที่ที่แตกต่างจากภาคใต้ ทำให้มีชนิดวัชพืชแตกต่างกัน จากการสำรวจวัชพืชในเขตภาคเหนือของ Harada et al (1987) และ ศิริพร (2549) พบว่ามีวัชพืชบางชนิดในทางภาคเหนือที่มีความแตกต่างในพื้นที่ภาคใต้ เช่น ก้นจ้ำขาว (*Bidens pilosa* var. radiate) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis*) และสาบหมา (*Eupatorium adenophorum*) เป็นต้น และเป็นชนิดที่เป็นปัญหาในพื้นที่ทำการเกษตรในเขตภาคเหนือ ดังนั้นวิธีการจัดการวัชพืชในเขตภาคใต้อาจจะไม่เหมาะสมในเขตภาคเหนือ โดยเฉพาะการจัดการวัชพืชโดยใช้สารกำจัดวัชพืชเนื่องจากการใช้สารกำจัดวัชพืชจำเป็นต้องใช้ให้ถูกกับชนิดวัชพืชถึงจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้ดี ดังนั้นจึงควรศึกษาหาสารกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเขตภาคเหนือ เพื่อเป็นคำแนะนำและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรรวมทั้งทราบถึงวิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้องและไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

วิธีดำเนินการ

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจชนิดวัชพืชเด่น และรวบรวมชนิดวัชพืชในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเขตภาคเหนือ

สำรวจชนิดวัชพืชในปาล์มน้ำมัน ดำเนินการสำรวจโดยบันทึกข้อมูลการแพร่กระจายของวัชพืช รวมทั้งการจัดการวัชพืชที่เกษตรกรปฏิบัติในสวนปาล์มน้ำมัน ในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย น่าน พะเยา แพร่ ลำปาง ลำพูน อุตรดิตถ์ ตาก กำแพงเพชร พิษณุโลก และ สุโขทัย โดยมีวิธีการสุ่มตัวอย่างวัชพืชในการสำรวจใช้การสุ่มแบบ sample plot ขนาดพื้นที่ 0.5 x 0.5 ตารางเมตร ทำการสุ่ม 4 จุดต่อหนึ่งแปลง จำแนกชนิด จำนวนต้น และคำนวณหาความหนาแน่นเป็นเปอร์เซ็นต์ วางแปลงสุ่มโดยวิธี Unrestricted sampling method (Anonymous, 1982) จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristic) ของวัชพืชที่สำรวจพบในแปลงเพื่อจัดลำดับวัชพืชเด่น (dominant species) และวัชพืชรอง (co-dominant species) โดยใช้ค่า Sum dominant ratio ซึ่งคำนวณจากค่า Relative density และ Relative frequency จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Relative density (RD)} = \frac{\text{Density for a species}}{\text{Total density for all species}} \times 100$$

$$\text{Relative frequency (RF)} = \frac{\text{Frequency value for a species}}{\text{Total frequency value for all species}} \times 100$$

$$\text{Sum dominant ratio (SDR)} = \frac{\text{RD + RF}}{2}$$

และทำการเก็บเมล็ดวัชพืชที่เป็นวัชพืชเด่น(dominant species) และวัชพืชรอง (co-dominant species) ที่ขึ้นในแปลงปาล์มน้ำมันเพื่อนำไปใช้ในการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. บันทึกภาพแปลง และพิกัดแปลง
2. ชนิดและจำนวนต้นวัชพืช

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช และความเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง

<u>ขั้นตอนที่ 2.1</u> ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช ในสภาพเรือนทดลอง

นำเมล็ดวัชพืชที่เป็นวัชพืชเด่น (dominant species) ที่ขึ้นในแปลงปาล์มน้ำมันจากการสำรวจ (ขั้นตอนที่ 1) เขตภาคเหนือ นำมาทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช โรยเมล็ดวัชพืชลงในกระบะขนาด 20X30x15 เซนติเมตร อย่างน้อย 2 ชนิด ชนิดละ 50 เมล็ด หลังจากนั้นพ่นสารกำจัด

วัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัดหรือปะทะ (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระบะ จำนวน 15 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตรา (g ai/ไร่)
กรรมวิธีที่ 1 atrazine + fluazifop-P-butyl	320 + 24
กรรมวิธีที่ 2 atrazine + ametryn	320 + 360
กรรมวิธีที่ 3 atrazine + glufosinate	320 + 105
กรรมวิธีที่ 4 indaziflam + fluazifop-P-butyl	12 + 24
กรรมวิธีที่ 5 indaziflam + ametryn	12 + 360
กรรมวิธีที่ 6 indaziflam + glufosinate	12 + 105
กรรมวิธีที่ 7 carfentrazone-ethyl + fluazifop-P-butyl	8 + 24
กรรมวิธีที่ 8 carfentrazone-ethyl + ametryn	8 + 360
กรรมวิธีที่ 9 carfentrazone-ethyl + glufosinate	8 + 105
กรรมวิธีที่ 10 ethoxysulfuron + fluazifop-P-butyl	9 + 24
กรรมวิธีที่ 11 ethoxysulfuron + ametryn	8 + 360
กรรมวิธีที่ 12 ethoxysulfuron + glufosinate	8 + 105
กรรมวิธีที่ 13 glyphosate	240
กรรมวิธีที่ 14 paraquat	110.4
กรรมวิธีที่ 15 ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช	-

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชโดยรวม ที่ระยะ 15 30 45 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช และแยกเป็นชนิดที่ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

ประเมินประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช โดยการให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) ดังนี้

0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้,

1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย

4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง

7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี

10 = ควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์

2. ชนิด จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม R (Steel et al, 1997) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ขั้นตอนที่ 2.2 ศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง (ปี 2563)

ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 1 ปี ลงในกระถางขนาด 80x80x70 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 รองก้นหลุม ให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน หลังปลูกปาล์มน้ำมัน 1 เดือน จึงดำเนินการพ่นสารตามกรรมวิธี โดยพ่นสารลงบนต้นปาล์มน้ำมัน ด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัดหรือปะทะ (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระถาง จำนวน 13 กรรมวิธี

กรรมวิธี	อัตรา (g ai/ไร่)
กรรมวิธีที่ 1 atrazine + fluazifop-P-butyl	320 + 24
กรรมวิธีที่ 2 atrazine + ametryn	320 + 360
กรรมวิธีที่ 3 atrazine + glufosinate	320 + 105
กรรมวิธีที่ 4 indaziflam + fluazifop-P-butyl	12 + 24
กรรมวิธีที่ 5 indaziflam + ametryn	12 + 360
กรรมวิธีที่ 6 indaziflam + glufosinate	12 + 105
กรรมวิธีที่ 7 carfentrazone-ethyl + fluazifop-P-butyl	8 + 24
กรรมวิธีที่ 8 carfentrazone-ethyl + ametryn	8 + 360
กรรมวิธีที่ 9 carfentrazone-ethyl + glufosinate	8 + 105
กรรมวิธีที่ 10 ethoxysulfuron + fluazifop-P-butyl	9 + 24
กรรมวิธีที่ 11 ethoxysulfuron + ametryn	8 + 360
กรรมวิธีที่ 12 ethoxysulfuron + glufosinate	8 + 105
กรรมวิธีที่ 13 ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช	-

บันทึกข้อมูล

1. บันทึกภาพอาการเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นปาล์มน้ำมัน

2. ความเป็นพิษ ที่ระยะ 15 30 45 60 และ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏ(กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) ดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ

1-3 = เป็นพิษเล็กน้อยต่อพืชปลูก

4-6 = เป็นพิษปานกลางต่อพืชปลูก

7-9 = เป็นพิษรุนแรงต่อพืชปลูก

10 = พืชปลูกตาย

3. จำนวนทางใบก่อนพ่น และหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 0 30 60 90 และ 120 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

เวลาและสถานที่

สถานที่ทำการทดลอง เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ขั้นตอนที่ 3 ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช และผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันในสภาพแปลง

นำกรรมวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพ และไม่เป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน ที่ได้จากการขั้นตอนที่ 2 มาทดสอบในสภาพแปลง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการจัดการวัชพืชของเกษตรกรที่นิยมใช้สารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL และสารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL กรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ทำการทดลองในแปลงเกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันอายุ 1-5 ปี จำนวน 2 แปลง โดยมีขนาดแปลงย่อย 72 ตารางเมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีโดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัดหรือปะทะ (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	**อัตรา (g ai/ไร่)**
กรรมวิธีที่ 1 atrazine + fluazifop-P-butyl	320 + 24
กรรมวิธีที่ 2 atrazine + ametryn	320 + 360
กรรมวิธีที่ 3 atrazine + glufosinate	320 + 105
กรรมวิธีที่ 4 indaziflam + fluazifop-P-butyl	12 + 24
กรรมวิธีที่ 5 indaziflam + ametryn	12 + 360
กรรมวิธีที่ 6 indaziflam+ glufosinate	12 + 105
กรรมวิธีที่ 7 carfentrazone-ethyl + ametryn	8 + 360
กรรมวิธีที่ 8 carfentrazone-ethyl + glufosinate	8 + 105
กรรมวิธีที่ 9 ethoxysulfuron + ametryn	8 + 360
กรรมวิธีที่ 10 ethoxysulfuron + glufosinate	8 + 105

กรรมวิธีที่ 11 glyphosate (สารเปรียบเทียบ) 240

กรรมวิธีที่ 12 glufosinate (สารเปรียบเทียบ) 105

กรรมวิธีที่ 13 แรงงาน

กรรมวิธีที่ 14 ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. ความเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน ที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร โดยให้คะแนนจากการประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) ดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ

1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย

4-6 = เป็นพิษปานกลาง

7-9 = เป็นพิษรุนแรง

10 = พืชปลูกตาย

2. ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร โดยการประเมินด้วยสายตา โดยให้คะแนนจากการประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) ดังนี้

0 = ควบคุมไม่ได้

1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย

4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง

7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี

10 = ควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์

3. จำนวนชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืช (อบแห้งวัชพืชที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 72 ชั่วโมง) ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร ด้วยกรอบสุ่มขนาด 0.5x0.5 ม. จำนวน 2 จุดต่อแปลงย่อย

4. นับจำนวนทางใบปาล์มน้ำมัน 1 ต้นต่อแปลงย่อย ที่ระยะก่อนและหลังพ่นสาร 0, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร ในแต่ละแปลงย่อย

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักแห้งวัชพืช และจำนวนทางใบโดยใช้โปรแกรม R (Steel *et al*, 1997) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เวลาและสถานที่

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และแปลงเกษตรกร อำเภอเวียงเชียงรุ้ง จังหวัดเชียงราย

ผลการทดลองและวิจารณ์

ชนิดวัชพืชในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเขตภาคเหนือ

จากการสำรวจวัชพืชในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันในเขตภาคเหนือ พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ปลูกปาล์มน้ำมันจะอยู่ ในจังหวัดเชียงราย และจังหวัดอุตรดิตถ์ จึงได้ทำการสำรวจในพื้นที่ดังกล่าวจำนวน 10 แปลง พบวัชพืชที่แพร่กระจายในแปลงเป็นวัชพืชประเภทใบกว้าง และวัชพืชใบแคบ และจากการวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณของวัชพืชที่สำรวจได้ทั้งหมด เพื่อจัดกลุ่มวัชพืชตามค่า SDR ได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มวัชพืชเด่น(dominant species) เป็นกลุ่มวัชพืชที่พบในปริมาณมากและจำนวนครั้งในการสำรวจพบบ่อยกว่าวัชพืชชนิดอื่นๆ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ปี้นนกไส้ (*Bidens pilosa*) สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) ไมยราบ (*Mimosa pudica*) และหญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum*) ตามลำดับ โดยมีค่า SRD เท่ากับ 34.7, 32.2 17.6 และ 12.35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กลุ่มวัชพืชเด่นลำดับรอง(co-dominant species) ได้แก่ สาบม่วง (*Praxelis clematides*) ผักคราดหัวแหวน (*Synedrella nodiflora*) หญ้ามาเลเซีย (*Axonopus compressus*) ผักปลาบ (*Commelina benghalensis* L.) และผักกูดเกี๊ย (*Pteridium aquilinum*) มีค่า SRD เท่ากับ 9.3 6.1 4.1 3.6 และ 1.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 1) เป็นในทิศทางเดียวกับ นฤทัย วรสถิตย์ และคณะ (2557) สำรวจชนิดวัชพืชในจังหวัดเชียงใหม่ วัชพืชที่พบ ได้แก่ หญ้าคา สาบแร้งสาบกา ไมยราบ แห้วหมู ผักกูด สาบเสือ ตีนนก เถาวัลย์ หญ้าดอกขาว น้ำนมราชสีห์ ผักโขมหนาม และสาบม่วง เป็นต้น การสำรวจวัชพืชของ Dahliani and Suryai (2019) ได้ศึกษาชนิดวัชพืชที่ขึ้นโดดเด่นในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน บนเกาะสุมาตราเหนือ ประเทศอินโดนีเซีย ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเก็บชนิดวัชพืช แล้วนำมาคิดคำนวณเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดเพื่อหาความหนาแน่น พบชนิดวัชพืช ได้แก่ *Kentosan* sp, *Axonopus compressus*, *Asystasis intrusa* , *Borreria latifolia*, *Stenochlaena palustris*, *Cyrtococcum accrescens*, *Borreria alata* ,*Bawang-bawangan*, *Melastoma malabathricum*, *Centotheca lappacea*, *Nephrolepis exaltata*, *Chromolaena odorata*, *Eleusine indicaKentosan* และชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Axonopus compressus* มีค่า 70 เปอร์เซ็นต์

ความเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน และประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช ในสภาพเรือนทดลอง

จากการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง พบว่า กรรมวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine + glufosinate อัตรา 320 + 105 g ai/ไร่ (Figure 1), idaziflam+ glufosinate 12+105 g ai/ไร่ (Figure 2), carfentrazone-ethyl + glufosinate 8+105 g ai/ไร่ (Figure 3), และ ethoxysulfuron + glufosinate 8 + 105 g ai/ไร่ (Figure 4) เป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน ปาล์มน้ำมันมีใบไหม้ ในส่วนที่สัมผัสสาร หลังจากนั้นใบจะแห้งตาย และใบที่เกิดขึ้นมาใหม่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ และไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน เนื่องจากจำนวนทางใบของต้นปาล์มน้ำมันในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร (Table 2 และ 3)

ส่วนการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชนั้น ได้พ่นสารกำจัดวัชพืชในวัชพืชที่พบเป็นวัชพืชเด่นในแปลงปาล์มน้ำมันในเขตภาคเหนือ ได้แก่ ปี้นนกไส้ สาบแร้งสาบกา ไมยราบ และหญ้าเห็บ พบว่า กรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืชในการทดลองทุกกรรมวิธี มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์ สามารถกำจัดวัชพืช ปี้นนกไส้ สาบแร้งสาบกา ไมยราบ และหญ้าเห็บตายทั้งหมด ยกเว้นกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช carfentrazone-ethyl + fluazifop-P-butyl อัตรา 8+24 g ai/ไร่ และกรรมวิธีการพ่นสารกำจัด ethoxysulfuron+ fluazifop-P-butyl อัตรา 9+24 g ai/ไร่ ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ปานกลางถึงดี (Table 4 และ 5) เนื่องจากพบจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืชปี้นนกไส้ สาบแร้งสาบกา ไมยราบ และหญ้าเห็บหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชและมีจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นในการทดลอง (Table 6)

ความเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน และประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช ในสภาพแปลง

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน

จากการประเมินประสิทธิภาพความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมันด้วยทางสายตาที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืชในการทดลองไม่พบอาการได้รับพิษของปาล์มน้ำมัน (Table 7) และจากการเก็บข้อมูลจำนวนทางใบที่ระยะ 0, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ทั้ง 2 แปลงให้ผลในทางเดียวกัน พบว่า ทุกกรรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชให้จำนวนทางใบไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช และกรรมวิธีใช้แรงงาน (Table 8) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชในทุกกรรมวิธีในการทดลองไม่มีผลกระทบต่อการให้จำนวนทางใบต่อต้นปาล์มน้ำมัน

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

วัชพืชที่พบในแปลงศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ได้แก่ หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum*) หญ้ามาเลเซีย (*Axonopus compressus*) ปืนนกไส้ (*Biden pilosa*) และ สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) ความหนาแน่นของวัชพืชแต่ละชนิดที่ระยะก่อนพ่นสาร เท่ากับ 43, 37, 43 และ74 ต้น/ตารางเมตร ตามลำดับ และแปลงเกษตรกร อำเภอเวียงเชียงรุ้ง พบวัชพืช ดังนี้ ผักปลาบ (*Commelina benghalensis*) กูดเกี๊ยะ (*Pteridium aquilinum*) ปืนนกไส้ *(Biden pilosa*) สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) สาบม่วง (*Praxelis clematides*) หญ้าใบไผ่ (*Acroceras munroanum*) หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum*) และไมยราบ (*Mimosa pudica*) ความหนาแน่นของวัชพืช เท่ากับ 22, 20, 81, 74, 44, 22, 52 และ 10 ต้น/ตารางเมตร ตามลำดับ (Table 9) หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลองต่างๆ พบว่า ทั้ง 2 แปลง ให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน (Table 10) โดยกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine+glufosinate อัตรา 320+105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ indaziflam+glufosinate อัตรา 12+105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ carfentrazone-ethyl +glufosinate อัตรา 8+105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ ethoxysulfuron+glufosinate อัตรา 8+105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร และมีน้ำหนักแห้งของวัชพืช ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน และน้อยกว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น โดยพบว่าแปลงทดลองที่ อำเภอเวียงเชียงรุ้ง กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine+glufosinate, indaziflam +glufosinate, carfentrazone-ethyl+glufosinate และ ethoxysulfuron+glufosinate มีน้ำหนักแห้งของวัชพืช 36.0 29.6 14.4 และ 44.3 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช 376.0 กรัม/ตารางเมตร ส่วนแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย น้ำหนักแห้งของวัชพืช 43.0 15.2 57.2 และ 38.7 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ กรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช 272.8 กรัม/ตารางเมตร ซึ่งสามารถควบคุมวัชพืชที่พบในแปลงได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ glufosinate สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร แตกต่างจากงานทดลองของ จรัญญา และคณะ (2556) ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอกในปาล์มน้ำมัน พบว่าที่ระยะ 60 วัน หลังพ่นสาร สารกำจัดวัชพืช glyphosate, glufosinate, paraquat และ ametryn สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี วัชพืชที่สามารถควบคุมได้ คือ สาบม่วง (*Praxelis clematidea*) สาบเสือ (*Chromolena odorata)* หญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium*) หญ้าตีนนก (*Digitaria sanguinalis*) หญ้าชันกาด (*Panicum repens*) กกตุ้มหู (*Cyperus kyllingia*) และกกทราย (Cyperus iria) แต่สอดคล้องกับ Sidik *et al.* (2018) ศึกษาการกำจัดวัชพืชโดยใช้สารกำจัดวัชพืชและการกำจัด

วัชพืชด้วยแรงงาน พบว่าสารกำจัดวัชพืชบางชนิดมีการตอบสนองต่อวัชพืชที่แตกต่างกัน การใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate+diuron+oxyfluorfen สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี วัชพืชที่สามารถควบคุมได้คือ ผักเสี้ยน (*Cleome rutidosperma*) รวมทั้ง Thongjua and Thongjua (2016) ศึกษาผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในฤดูฝน จ. นครศรีธรรมราช โดยใช้กรรมวิธี เครื่องตัดหญ้า, paraquat อัตรา 110.4 และ 127.04 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, glyphosate 82.08, 123.04 และ 160 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ glufosinate 60, 90.08 และ 150.08 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบว่า glufosinate อัตรา 150.08 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชสูงสุดที่ 63.75% เช่นเดียวกับ Thongjua and Thongjua (2015) รายงานว่าในช่วงหน้าแล้ง glyphosate อัตรา 123.04 และ 160 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ glufosinate อัตรา 90.08 และ 150.08 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึง 14 สัปดาห์หลังพ่นสาร อีกทั้ง Wibawa *et al.* (2007) รายงานว่าต้องใช้ paraquat ในอัตราสูงถึง 96 และ 128 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เพื่อควบคุมวัชพืชอย่างมีประสิทธิภาพ แตกต่างจากอัตราของ glufosinate 32 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ glyphosate 64 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ Wibawa *et al*. (2007) รายงานว่า paraquat, glufosinate และ glyphosate ไม่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน เช่นเดียวกับ Ofosu-Budu et al. (2014) รายงานว่า glyphosate ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน และปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากลดการแข่งขันของวัชพืชในการแก่งแย่งธาตุอาหารต่างๆ สำหรับการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน จากงานทดลองของ คมสัน (2559) พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate+indaziflam อัตรา 240+12 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นหลังวัชพืชงอกมีความสูงไม่เกิน 15 เซนติเมตร สามารถคุมวัชพืชได้ยาวนานถึง 3 เดือน ในแปลงปลูก การที่สามารถควบคุมวัชพืชได้นานอาจเนื่องจากสภาพดินและความหนาแน่นของวัชพืช

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจวัชพืชในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทางภาคเหนือ จำนวน 30 แปลง วัชพืชที่พบมีทั้งวัชพืชประเภทใบกว้าง และวัชพืชใบแคบ พบวัชพืชเด่น(dominant species) จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ปี้นนกไส้ *(Bidens pilosa)* สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) ไมยราบ (Mimosa pudica) และหญ้าเห็บ (Paspalum conjugatum) และการใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine + glufosinate อัตรา 320 + 105 g ai/ไร่ indaziflam + glufosinate อัตรา 12 + 105 g ai/ไร่ carfentrazone-ethyl + glufosinate อัตรา 8 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ethoxysulfuron +

glufosinate อัตรา 8 + 105 g ai/ไร่ มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร และไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตกับต้นปาล์มน้ำมัน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เผยแพร่งานวิจัยในงานประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 23 มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ 24-25 มกราคม 2565 และตีพิมพ์ลงวราสานแก่นนคร

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

คมสัน นครศรี. 2559. ทดสอบประสิทธิภาพสาร glyphosate ผสมกับสารกำจัดวัชพืชประเภทใช้ก่อนวัชพืชงอกในสวนมะม่วง. หน้า 255-256. ใน : รายงานโครงการวิจัยการศึกษาและพัฒนาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช. แหล่งข้อมูล: https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2206 สืบค้น: 12 ธันวาคม 2564

จรัญญา ปิ่นสุภา, สิริชัย สาธุวิจารณ์, จรรยา มณีโชติ และวนิดา ธารถวิล. (2556). ศึกษาวิธีการจัดการวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

นฤทัย วรสถิตย์, วิลาสลักษณ์ ว่องไว, อรุณี ใจเถิง, เกียติรวี พันธุ์ไชยศรี, สันติ โยธาราษฎร์, วัชรพล บำเพ็ญอยู่, วิมล แก้วสีดา, ฉัตรสุดา เชิงอักษร และนัด ไชยมงคล. (2557). การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ใหม่. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดปีงบประมาณ 2557. กรมวิชาการเกษตร.

ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา, เอ็จ สโรบล, วิพักตร์ จินตนา และกฤตยากานต์ เดชดี. (2557). แนวโน้มการขยายตัวของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่พรุตำบลการะเกด อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช. การประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2557. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2551). แผนพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ปี 2551-2555. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). พื้นที่ปลูกปาล์มในประเทศไทย. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ศิริพร ซึงสนธิพร. (2549). วัชพืชกับชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นรุกราน. ประชุมวิชาการ เรื่อง ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม กระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

Anonymous. 1997. Weeds in the Tropics. Sanbi Printing Co.Ltd.Tokyo. Japan. 304 pp.

Harada, J., Paisooksantivantana, Y. and Zungsontiporn, S. (1 9 8 7). Weeds in the Higlands of Northern Thailand. Project Manual No. 3. National Weed.

Dahliani L. and Suryai N. E. (2 0 1 9). The Dominant Weed Type In Three Areas Of Mature Palm Oil On Pehatland. ICESC 2019, October 18-19, Indonesia.

Ofosu-Budu, K.G., S.A. Avaala, V.T. Zutah, and J. Baafi. 2014. Effect of glyphosate on weed control and growth of oil palm at immature stage in Ghana. International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR). 4(4): 1-8.

Sidik, S., E. Purba, and E.N. Yakub. 2018. Population dynamics of weeds in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) circle

weeding area affected by herbicide application. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 122: 012069.

Steel, R.G.D., J.H. Torrie, and D.A. Dicky. 1997. Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach. 3rd Edition, McGraw Hill, Inc. Book Co., New York.

Thongjua, J., and T. Thongjua. 2015. Effect of herbicides on weed control and plant growth in immature oil palm (2 -year old oil palm plantation) Journal of Agricultural Technology. 11(8): 2515-2522.

Thongjua, J., and T. Thongjua. 2016. Effect of Herbicides on Weed Control and Plant Growth in Immature Oil

Palm in the Wet Season Nakhon Si Thammarat, Thailand. International Journal of Agricultural Technology. 12(7.1): 1385-1396.

Wibawa, W., R. Mohammad, D. Omar, and A.S. Juraimi. 2007. Less hazardous alternative herbicides to control weeds in immature oil palm. Weed Biology and Management. 7: 242-247.

Table 1 Relative density (RD), Relative frequency (RF) and Sum Dominance Ratio (SDR) of weed species in oil palm.

Order	Species of weed	Percent		
		RD	RF	SDR
1	*Biden pilosa*	35.2	34.1	34.7
2	*Ageratum conyzoides*	34.1	30.2	32.2
3	*Mimosa invisa*	12.8	22.3	17.6
4	*Paspalum conjugatum*	8.2	14.5	11.4
5	*Praxelis clematides*	7.8	10.8	9.3
6	*Synedrella nodiflora*	3.5	8.7	6.1
7	*Axonopus compressus*	2.9	5.2	4.1
8	*Commelina benghalensis*	2.3	4.8	3.6
9	*Pteridium aquilinum*	1.3	2.1	1.7

Table 2 Effect of herbicides on phytotoxictity of oil palm at 15, 30, 45, 60 and 90 days after application.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Phytotoxicity Rating [1/]				
		15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	90 DAA
atrazine + fluazifop-P-butyl	320+24	0 [1/]	0	0	0	0
atrazine + ametryn	320+360	0	0	0	0	0
atrazine + glufosinate	320+105	4	3	2	1	0
idaziflam + fluazifop-P-butyl	12+24	0	0	0	0	0
idaziflam + ametryn	12+360	0	0	0	0	0
idaziflam+ glufosinate	12+105	4	3	2	1	0
carfentrazone-ethyl + fluazifop-P-butyl	8+24	0	0	0	0	0
carfentrazone-ethyl + ametryn	8+360	0	0	0	0	0
carfentrazone-ethyl + glufosinate	8+105	5	5	3	2	0
ethoxysulfuron+ fluazifop-P-butyl	8+24	0	0	0	0	0
ethoxysulfuron + ametryn	8+360	0	0	0	0	0
ethoxysulfuron + glufosinate	8+105	5	4	2	1	0
control	-	0	0	0	0	0

[1/] Phytotoxicity was assessed by visual rate from 0-10, 0=normal 1-3=slightly toxic 4-6 = moderately 7-9 = severely toxic 10= completely killed

[2/] DAA = Days After Application

Table 3 Effect of herbicides on growth of oil palm in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Leaf number of oil palm				
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
atrazine + fluazifop-P-butyl	320 + 24	9.7 a	9.7 a	10.7 a	11.7 a	11.7 a
atrazine + ametryn	320 + 360	9.3 a	9.3 a	10.3 a	11.0 a	11.0 a
atrazine + glufosinate	320 + 105	10.7 a	10.7 a	11.7 a	12.7 a	12.7 a
idaziflam + fluazifop-P-butyl	12 + 24	10.3 a	10.3 a	11.3 a	12.3 a	12.3 a
idaziflam + ametryn	12 + 360	11.7 a	11.7 a	12.3 a	13.3 a	13.3 a
idaziflam+ glufosinate	12 + 105	10.3 a	10.3 a	11.3 a	12.3 a	12.3 a
carfentrazone-ethyl + fluazifop-P-butyl	8 + 24	10.7 a	10.7 a	11.7 a	12.7 a	12.7 a
carfentrazone-ethyl + ametryn	8 + 360	11.3 a	11.3 a	12.3 a	13.7 a	13.7 a
carfentrazone-ethyl + glufosinate	8 + 105	10.0 a	10.0 a	11.0 a	12.0 a	12.0 a
ethoxysulfuron+ fluazifop-P-butyl	8 + 24	10.7 a	10.7 a	12.0 a	13.3 a	13.3 a
ethoxysulfuron + ametryn	8 + 360	11.7 a	11.7 a	12.7 a	13.7 a	13.7 a
ethoxysulfuron + glufosinate	8 + 105	11.3 a	11.3 a	12.3 a	13.3 a	13.3 a
control	-	11.0 a	11.0 a	12.0 a	13.0 a	13.0 a
CV(%)		10.7	10.7	15.1	13.96	13.96

[1/] Means in the same columns followed by the same letter are not signicantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Efficacy of herbicides at 15, 30, 45 and 60 days after application in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Weed control [1/]			
		15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
atrazine + fluazifop-P-butyl	320 + 24	10	10	10	10
atrazine + ametryn	320 + 360	10	10	10	10
atrazine + glufosinate	320 + 105	10	10	10	10
indaziflam + fluazifop-P-butyl	12 + 24	10	10	10	10
indaziflam + ametryn	12 + 360	10	10	10	10
indaziflam+ glufosinate	12 + 105	10	10	10	10
carfentrazone-ethyl + fluazifop-P-butyl	8 + 24	7	7	7	7
carfentrazone-ethyl + ametryn	8 + 360	10	10	10	10
carfentrazone-ethyl + glufosinate	8 + 105	10	10	10	10
ethoxysulfuron+ fluazifop-P-butyl	8 + 24	7	7	7	7
ethoxysulfuron + ametryn	8 + 360	10	10	10	10
ethoxysulfuron + glufosinate	8 + 105	10	10	10	10
glyphosate	240	10	10	10	10
paraquat	110.4	10	10	10	10
control	-	0	0	0	0

[1/] Weed control was assessed by visual rate from 0-10 0 = no control 1-3 = slightly control, 4-6 = moderately control, 7-9 = good control, 10= completely control

[2/] DAA = Days After Application

Table 5 Efficacy of herbicides on species of weed at 60 days after application in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Weed control[1/]			
		BIPI[2/]	MINI	AGCO	PLCO
atrazine + fluazifop-P-butyl	320 + 24	10	10	10	10
atrazine + ametryn	320 + 360	10	10	10	10
atrazine + glufosinate	320 + 105	10	10	10	10
indaziflam + fluazifop-P-butyl	12 + 24	10	10	10	10
indaziflam + ametryn	12 + 360	10	10	10	10
indaziflam+ glufosinate	12 + 105	10	10	10	10
carfentrazone-ethyl + fluazifop - P-butyl	8 + 24	5	6	9	9
carfentrazone-ethyl + ametryn	8 + 360	10	10	10	10
carfentrazone-ethyl + glufosinate	8 + 105	10	10	10	10
ethoxysulfuron+ fluazifop-P-butyl	8 + 24	6	6	7	8
ethoxysulfuron + ametryn	8 + 360	10	10	10	10
ethoxysulfuron + glufosinate	8 + 105	10	10	10	10
glyphosate	240	10	10	10	10
paraquat	110.4	10	10	10	10
control	-	0	0	0	0

[1/] Weed control was assessed by visual rate from 0-10 0 = no control 1-3 = slightly control, 4-6 = moderately control, 7-9 = good control, 10= completely control

[2/] BIPI = *Biden pilosa*, MINI = *Mimosa invisa*, AGCO= *Ageratum conyzoides*, PLCO= *Paspalum conjugatum*

Table 6 Number and dry weight of weed at 60 days after application in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Weed number (number m^{-2})				Dry weight (g/m^{-2})			
		BIPI	MINI	AGCO	PLCO	BIPI	MINI	AGCO	PLCO
atrazine + fluazifop-P-butyl	320 + 24	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
atrazine + ametryn	320 + 360	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
atrazine + glufosinate	320 + 105	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
indaziflam + fluazifop-P-butyl	12 + 24	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
indaziflam + ametryn	12 + 360	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
indaziflam+ glufosinate	12 + 105	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
carfentrazone-ethyl + fluazifop-P-butyl	8 + 24	20 b	15 b	10 b	5 b	212.0 b	45.2 b	89.2 b	22.3 b
carfentrazone-ethyl + ametryn	8 + 360	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
carfentrazone-ethyl + glufosinate	8 + 105	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
ethoxysulfuron+ fluazifop-P-butyl	8 + 24	22 b	14 b	7 b	0 a	256.3 b	57.6 b	78.4 b	0 a
ethoxysulfuron + ametryn	8 + 360	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
ethoxysulfuron + glufosinate	8 + 105	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
glyphosate	240	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
paraquat	110.4	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
control	-	50 c	50 c	50 c	50 c	50 c	50 c	50 c	50 c
cv	-	12.1	11.8	9.2	7.5	11.3	12.4	8.2	10.2

[1/] Means in the same columns followed by the same letter are not signicantly different at the 5% level by DMRT

[2/] BIPI = *Biden pilosa*, MINI = *Mimosa invisa*, AGCO= *Ageratum conyzoides*, PLCO= *Paspalum conjugatum*

Table 7 Effect of herbicides on phytotoxicity of oil palm at 15, 30 and 60 days after application in January-May 2021, Chiangrai.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Phytotoxicity Rating [1/]					
		Wiang Chiang Rung			Horticulture Reseagch Center Chiangrai		
		15 DAA[2/]	30 DAA	60 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
atrazine + fluazifop-P-butyl	320 + 24	0	0	0	0	0	0
atrazine + ametryn	320 + 360	0	0	0	0	0	0
atrazine + glufosinate	320 + 105	0	0	0	0	0	0
indaziflam + fluazifop-P-butyl	12 + 24	0	0	0	0	0	0
indaziflam + ametryn	12 + 360	0	0	0	0	0	0
indaziflam+ glufosinate	12 + 105	0	0	0	0	0	0
carfentrazone-ethyl + ametryn	8 + 360	0	0	0	0	0	0
carfentrazone-ethyl + glufosinate	8 + 105	0	0	0	0	0	0
ethoxysulfuron + ametryn	8 + 360	0	0	0	0	0	0
ethoxysulfuron + glufosinate	8 + 105	0	0	0	0	0	0
glyphosate	240	0	0	0	0	0	0
glufosinate	105	0	0	0	0	0	0
using labor	-	0	0	0	0	0	0
control	-	0	0	0	0	0	0

[1/] Phytotoxicity was assessed by visual rate from 0-10, 0= normal 1-3 = slightly toxic 4-6 = moderately 7-9 = severely toxic 10 = completely killed [2/] DAA =Days After Application

Table 8 Leaf numbers of oil palm at 0, 30, 60, 90 days after application in January-May 2021, Chiangrai.

Treatments	Rates (g ai/rai)	Leaf Number of Plant							
		Wiang Chiang Rung				Horticulture Reseagch Center Chiangrai			
		0	30	60	90	0	30	60	90
atrazine+fluazifop-P-butyl	320 + 24	35^{ns}	38^{ns}	42^{ns}	46^{ns}	40^{ns}	42^{ns}	45^{ns}	48^{ns}
atrazine+ametryn	320 + 360	36	39	43	47	37	40	43	47
atrazine+glufosinate	320 + 105	35	37	41	46	36	39	44	48
indaziflam+fluazifop-P-butyl	12 + 24	37	39	40	45	36	39	42	46
indaziflam+ametryn	12 + 360	36	39	41	45	36	38	42	46
indaziflam+glufosinate	12 + 105	36	39	42	45	39	41	44	47
carfentrazone-ethyl +ametryn	8 + 360	38	40	39	44	39	42	45	48
carfentrazone-ethyl +glufosinate	8 + 105	35	39	40	44	40	43	46	49
ethoxysulfuron+ametryn	8 + 360	37	38	40	44	39	41	45	49
ethoxysulfuron+glufosinate	8 + 105	35	38	41	46	36	39	44	48
glyphosate	240	38	40	42	46	38	40	44	47
glufosinate	105	35	37	41	46	38	39	43	47
using labor	-	36	40	42	46	36	39	44	48
control	-	35	39	43	47	36	39	44	47
CV(%)		4.2	4.6	2.3	3.4	3.5	4.6	2.1	2.8

ns= nonsignificant at P≤ 0.05

Table 9 Types and number of weed of the non-treated plots in oil palm.

Type	Wiang Chiang Rung		orticulture Reseagch Center Chiangrai	
	Number of plant / m^2	(%)	Number of plant / m^2	(%)
Grasses	-	-	-	-
Paspalum conjugatum	52	16	43	29.5
Axonopus compressus	-	-	37	25.3
Acroceras munroanum	22	6.8	-	-
Broadleaves	-	-	-	-
Biden pilosa	81	25	43	29.5
Ageratum conyzoides	74	22.8	23	15.7
Praxelis clematides	44	13.5	-	-
Mimosa invisa	10	3.1	-	-
Commelina benghalensis	22	6.8	-	-
Pteridium aquilinum	20	6.2	-	-
Total	325	100	146	100

Table 10 Effect of herbicides on weed control at 15, 30 and 60 days after application and weed dry weight of weed at 60 days after application in January-May 2021, Chiangrai.

Treatments	Rates (g ai/rai)	Wiang Chiang Rung				Horticulture Reseagch Center Chiangrai			
		weed control			weed dry weight (g)/m^2	weed control			weed dry weight (g)/m^2
		15 DAA[2/]	30 DAA	60 DAA		15 DAA	30 DAA	60 DAA	
atrazine+fluazifop-P-butyl	320 + 24	6	6	4	222.8 cd[1/]	4	2	0	233.6 d
atrazine + ametryn	320 + 360	6	5	1	165.3 c	2	0	0	198.0 cd
atrazine+glufosinate	320 + 105	8	8	7	36.0 ab	9	9	7	43.0 ab
indaziflam+fluazifop-P-butyl	12 + 24	4	6	3	180.8 c	5	2	0	243.2 d
indaziflam+ametryn	12 + 360	3	6	3	208.4 cd	4	1	0	241.2 d
indaziflam+glufosinate	12 + 105	8	8	7	29.6 ab	10	9	7	15.2 ab
carfentrazone-ethyl+ametryn	8 + 360	6	2	0	198.8 cd	6	4	0	122.3 bc
carfentrazon- ethyl+glufosinate	8 + 105	8	8	7	14.4 ab	10	9	7	57.2 ab
ethoxysulfuron+ametryn	8 + 360	4	6	4	195.6 c	2	0	0	164.5 cd
ethoxysulfuron+glufosinate	8 + 105	8	8	7	44.3 ab	10	9	7	38.7 ab
glyphosate	240	7	8	6	89.2 b	8	7	4	77.6 b
glufosinate	105	8	7	5	155.6 c	9	9	5	118.5 bc
using labor	-	10	10	10	0.0 a	10	10	10	0.0 a
control	-	0	0	0	376.0 e	0	0	0	272.8 d
CV%					88.4				77.2

[1/] Means in the same column followed by a common letter are not significantly different by DMRT at P≤ 0.05

[2/] DAA=Days After Application

Figure 1 Injury symptoms on young oil palms induced by atrazine + glufosinate at 15 days after application

Figure 2 Injury symptoms on young oil palms induced by idaziflam+ glufosinate at 15 days after application

Figure 3 Injury symptoms on young oil palms induced by carfentrazon + glufosinate at 15 days after application

Figure 4 Injury symptoms on young oil palms induced by ethoxysulfuron + glufosinate at 15 days after application

ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันพื้นที่ดินเปรี้ยว

Efficiency study of weed control herbicides on oil palm grown in acid soil area

ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย[1/] เทอดพงษ์ มหาวงศ์[1/] ปรัชญา เอกฐิน[1/]เอกรัตน์ ธนูทอง[1/]
อุษณีย์ จินดากุล[1/] อมฤต ศิริอุดม[2/] ยุรวรรณ อนันตนมณี[2/]
สิริชัย สาธุวิจารณ์[2/] จรัญญา ปิ่นสุภา[3/]
[1/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[3/]กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Abstract

The appropriated weed controls in properly oil palm fields with acidic soil. The weeds which grew up well in acidic soil should have high tolerance so it's hard to control them. The herbicides should have high effective to control weeds. The aim of this study was to find out the appropriated weed control with the least effect to the palm yield and low cost. The experimental fields were conducted during October, 2019 to September, 2021 in Saraburi and Pathumthani provinces. All analyses were at laboratory of Weed Science Group, Department of Agriculture, Bangkok. The experiments were as followed. Firstly, to survey and collect all kinds of dominant weed in oil palm fields with acidic soil. Secondly, to analyze the toxicity of herbicides to oil palm plants and the ability of weed control in oil palm fields with acidic soil. Randomized Complete Block Design with 3 replications and 12 treatments having 1. topramezone + atrazine, 2. topramezone + diuron, 3. topramezone + indaziflam, 4. glyphosate + indaziflam, 5. glyphosate + diuron, 6. glufosinate + indaziflam, 7. glufosinate + diuron, 8. glufosinate + flumioxazin, compared to farmer practices using only glyphosate and unweeded. The results were found obviously that the effective of glyphosate + indaziflam, glyphosate + diuron, glufosinate + indaziflam, glufosinate +

รหัสการทดลอง 01-118-60-01-04-00-02-63

diuron, and glufosinate + flumioxazin could control *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. *Panicum distichum* L., *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf., *Cleome rutidosperma* DC. *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. And *Gomphrena celosioides* Mart. were better than farmer practice using only glyphosate. Otherwise, no weed emergence at 90 days after herbicide application including absolutely no effects on oil palm plants which had no significant different in all treatments. hod of weed cutting by machine more than apply the herbicide.

Keywords : herbicide, oil palm, acid soil area

บทคัดย่อ

การหาวิธีกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมโดยเฉพาะพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่มีสภาพดินเปรี้ยว วัชพืชที่มีการเจริญเติบโตในพื้นที่ดังกล่าวจะต้องมีความทนทานสูง ซึ่งจะมีผลต่อการใช้สารกำจัดวัชพืชและประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นหาวิธีการจัดการวัชพืชที่เหมาะสม มีผลกระทบต่อต้นปาล์มน้ำมันน้อยที่สุดและมีต้นทุนต่ำ ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกรจังหวัดสระบุรี และจังหวัดปทุมธานี และกลุ่มวิจัยวัชพืช กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2562-เดือนกันยายน 2564 โดยทำการสำรวจชนิดวัชพืชเด่น และรวบรวมชนิดวัชพืชในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ดินเปรี้ยว ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมัน และทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันที่มีสภาพดินเปรี้ยว ประกอบด้วย 3 ซ้ำ 12 กรรมวิธี ได้แก่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสม topramezone + atrazine, topramezone + diuron, topramezone + indaziflam, , glyphosate + indaziflam, glyphosate + diuron, glufosinate + indaziflam, glufosinate + diuron, glufosinate + flumioxazin, glyphosate และเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรและกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช พบว่ากรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง glyphosate + indaziflam, glyphosate + diuron, glufosinate + indaziflam, glufosinate + diuron, และglufosinate + flumioxazin มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ได้แก่ หญ้าคา หญ้าชันกาด และชะกาดน้ำเค็ม บานไม่รู้โรยป่า ผักเสี้ยนดอกม่วง และผักเป็ด ได้ดีกว่ากรรมวิธีพ่นสาร glyphosate ซึ่งเป็นกรรมวิธีของเกษตร และยังไม่พบการงอกวัชพืชที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร อีกทั้งยังไม่มีผลกระทบต่อต้นปาล์มน้ำมัน โดยพบว่าจำนวนทางใบของปาล์มน้ำมันในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำหลัก : สารกำจัดวัชพืช ปาล์มน้ำมัน ดินเปรี้ยว

คำนำ

ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคกลางได้มีการปลูกปาล์มน้ำมัน รวมทั้งสิ้น 493,062 ไร่ ในปี 2559 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) และปลูกมากในจังหวัดปทุมธานี สุพรรณบุรี สระบุรี และพระนครศรีอยุธยา โดยเฉพาะในพื้นที่สวนส้มร้าง ซึ่งเป็นพื้นที่รกร้างที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์กว่า 100,000 ไร่ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างจากภาคใต้ที่เป็นแหล่งปลูกเดิม สภาพดินเป็นดินเหนียวลึกมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และดินเปรี้ยว ไม่เหมาะแก่การปลูกข้าวหรือพืช แต่สามารถพัฒนามาปลูกปาล์มน้ำมันได้ เนื่องจากน้ำไม่ท่วมและมีระบบชลประทานที่ดี (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1, 2554) นิเวศวิทยามีผลต่อการแพร่กระจายของวัชพืช ส่งผลให้ชนิดของวัชพืชที่เป็นวัชพืชหลัก(Dominant species) ในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่มีสภาพดินเปรี้ยว วัชพืชที่มีการเจริญเติบโตในพื้นที่ดังกล่าวจะต้องมีความทนทานสูง ซึ่งจะมีผลต่อการใช้สารกำจัดวัชพืชและประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช การจัดการวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมันสามารถทำได้หลายวิธี เช่นการใช้แรงงานคน วิธีกล หรือการใช้สารกำจัดวัชพืช ซึ่งพัชรินทร์, 2545 ได้แนะนำให้ใช้สารกำจัดวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน มีด้วยกันหลายชนิด เช่น พาราควอท, ไกลโฟเสท, อิมาซาเพอร์ เป็นต้น ส่วน จรัญญา และ จรรยา (2556) ได้รายงานว่า การใช้ atrazine อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ pendimetaline อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ acetochlor อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีและปลอดภัย เมื่อเวลาพ่นแล้วไปถูกต้นปาล์มน้ำมัน ส่วนการใช้ paraquat, oxyfluorfen, glufosinate ammonium และ glyphosate มีความเป็นพิษต่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันระดับรุนแรง และสารกำจัดวัชพืช glyphosate, glufosinate-ammonium, paraquat และ ametryn มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่น (จรัญญา และคณะ, 2555) ในขณะที่ Mohamad *et al*., (2010) การใช้สารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium อัตรา 200-800 g a.i./ha, และ glyphosate อัตรา 400-1600 g a.i. /ha ในปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี สามารถควบคุมวัชพืชใบแคบและใบกว้างได้ 14.5-15 สัปดาห์ ยาวนานกว่าการใช้สาร paraquat ส่วน Amit และ Hans (2012) ได้ใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate อัตรา 2 lb ai/acre ผสมกับสาร indaziflam, penoxsulam และ flumioxazin อัตรา 0.065, 0.030 และ 0.015 lb ai/acre สามารถควบคุมวัชพืชได้นาน 4-5 เดือน ส่วน Simarmata *et al.*,(2017) พบว่าการพ่นสาร paraquat และ glyphosate ในสวนปาล์มน้ำมัน สามารถควบคุมวัชพืชหลักทั้งใบแคบและใบกว้างรวมถึงเฟิร์นได้ดี และมีวัชพืชใบแคบและใบกว้างบางชนิดที่แสดงอาการต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช paraquat คือ กระดุมใบใหญ่ หญ้านมหนอน หญ้าชันกาด หญ้าละมาน และเฟิร์น ซึ่งการหาวิธีกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่มีสภาพดินเปรี้ยวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การทดลองนี้จึงมุ่งเน้นหาวิธีการจัดการ

วัชพืชที่เหมาะสม ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน และมีต้นทุนต่ำ เพื่อเป็นคำแนะนำและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันสภาพดินเปรี้ยว

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปี
2. แปลงปาล์มน้ำมัน
3. สารกำจัดวัชพืช ตามกรรมวิธี
4. แบบสำรวจ
5. เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง หัวพ่นแบบพัด (Fan nozzle)
6. กรอบสี่เหลี่ยมสุ่มวัชพืชขนาด 0.5 x 0.5 เมตร
7. ถุงเก็บเมล็ดวัชพืช
8. ป้าย

วิธีการ

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจชนิดวัชพืชเด่น และรวบรวมชนิดวัชพืชในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันพื้นที่ดินเปรี้ยว **วางแผนการสำรวจ** ดังนี้

สำรวจชนิดวัชพืชในปาล์มน้ำมันอายุระหว่าง 1-3 ปี ดำเนินการสำรวจโดยใช้แบบสอบสำรวจและบันทึกข้อมูลการระบาดของวัชพืช รวมทั้งการจัดการวัชพืชที่เกษตรกรปฏิบัติ ในสวนปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ดินเปรี้ยว จังหวัดปทุมธานีและจังหวัดสระบุรี โดยมีวิธีการสุ่มตัวอย่างวัชพืชในการสำรวจใช้การสุ่มแบบ sample plot ขนาดพื้นที่ 0.5x0.5 ตารางเมตร ทำการสุ่ม 4 จุดต่อหนึ่งแปลง จำแนกชนิด จำนวนต้น และคำนวณหาความหนาแน่นเป็นเปอร์เซ็นต์ วางแปลงสุ่มโดยวิธี Unrestricted sampling method (Anonymous, 1982) จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristic) ของวัชพืชที่สำรวจพบในแปลงเพื่อจัดลำดับวัชพืชเด่น (dominant species) และวัชพืชรอง (co-dominant species) โดยใช้ค่า Sum dominant ratio ซึ่งคำนวณจากค่า Relative density และ Relative frequency จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Relative density (RD)} = \frac{\text{Density for a species} \times 100}{\text{Total density for all species}}$$

$$\text{Relative frequency (RF)} = \frac{\text{Frequency value for a species} \times 100}{\text{Total frequency value for all species}}$$

$$\text{Sum dominant ratio (SDR)} = \frac{\text{RD} + \text{RF}}{2}$$

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกภาพ เก็บตัวอย่างวัชพืช
2. ชนิดและจำนวนต้นวัชพืช
3. เก็บเมล็ดวัชพืชที่เป็นวัชพืชหลักหรือวัชพืชเด่น (dominant species)

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง

วิธีการ

ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 1 ปี ลงในกระถางขนาด 80x80x70 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 รองก้นหลุม ให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน หลังปลูกปาล์มน้ำมัน 1 เดือน จึงดำเนินการพ่นสารตามกรรมวิธีที่ 1-16 โดยพ่นสารลงบนต้นปาล์มน้ำมัน ด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัด (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระถาง จำนวน 17 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 1 topramezone + atrazine	8.4+400
กรรมวิธีที่ 2 topramezone + diuron	8.4+400
กรรมวิธีที่ 3 topramezone + indaziflam	8.4+14
กรรมวิธีที่ 4 glyphosate + diuron	288+400
กรรมวิธีที่ 5 glyphosate + indaziflam	288+14
กรรมวิธีที่ 6 glyphosate + flumioxazin	288+20
กรรมวิธีที่ 7 glufosinate+ diuron	105+400
กรรมวิธีที่ 8 glufosinate+ indaziflam	105 +14
กรรมวิธีที่ 9 glufosinate+ flumioxazin	105+20
กรรมวิธีที่ 10 paraquate+ diuron	110.4+400
กรรมวิธีที่ 11 paraquat+ indaziflam	110.4+14
กรรมวิธีที่ 12 paraquat+ flumioxazin	110.4+20
กรรมวิธีที่ 13 topramezone	14
กรรมวิธีที่ 14 glyphosate	336
กรรมวิธีที่ 15 glufosinate	105
กรรมวิธีที่ 16 paraquat	110.4
กรรมวิธีที่ 17 ไม่กำจัดวัชพืช	-

พ่นสารตามกรรมวิธีที่ 1-16 ทับต้นปาล์มน้ำมัน ทำการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0 = ไม่เป็นพิษและ 10 = พืชปลูกตาย บันทึกข้อมูล 6 ครั้ง ที่ระยะ 15, 30, 60, 90 100และ 120 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช และทำการนับจำนวนทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน ที่ระยะ 0, 30, 60, 90 และ 120 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

บันทึกข้อมูล

1. บันทึกภาพอาการเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นปาล์มน้ำมัน
2. ความเป็นพิษ ที่ระยะ 7, 15, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช
3. จำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น ที่ระยะ 0, 30, 60, 90 และ 120 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช
4. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของจำนวนทางใบของปาล์มน้ำมัน

ขั้นตอนที่ 3 ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช และผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันในสภาพแปลง

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง
    1. แปลงปาล์มน้ำมันอายุ
    2. เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง หัวพ่นสารแบบพัด
    3. สารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี
    4. เครื่องจับพิกัด GPS
    5. ไม้ปักแปลง ป้ายแสดงกรรมวิธี
    6. กรอบสี่เหลี่ยมสุ่มวัชพืช ขนาด 0.5x0.5 เมตร
- แบบและวิธีการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงเกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันอายุ 1-3 ปี จำนวน 2 แปลง โดยมีแปลงย่อยขนาด 8 × 8 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 1 เมตร พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีโดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัด (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยนำกรรมวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพและไม่เป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน ที่ได้จากการขั้นตอนที่ 2 มาทดสอบในสภาพแปลง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการจัดการวัชพืชของเกษตรกร

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

นำกรรมวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพ และไม่เป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน ที่ได้จากการขั้นตอนที่ 2 มาทดสอบในสภาพแปลง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการจัดการวัชพืชของเกษตรกรที่นิยมใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat 27.6% EC กรรมวิธีพ่นสาร glyphosate 48% SL กรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ทำการทดลองในแปลงเกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันอายุ 1-3 ปี จำนวน 2 แปลงทดลอง โดยมีแปลงย่อยขนาด 8 × 8 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 1 เมตร พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีโดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัด (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยคัดเลือกสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพดีและไม่เป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมันที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 อย่างน้อย 3 ชนิด มาทดสอบในสภาพแปลง โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสาร glyphosate

48 % SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน (ตัดหญ้า) และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 1 topramezone + atrazine	8.4+400
กรรมวิธีที่ 2 topramezone + diuron	8.4+400
กรรมวิธีที่ 3 topramezone + flumioxazin	8.4+20
กรรมวิธีที่ 4 glyphosate + indaziflam	288+14
กรรมวิธีที่ 5 glyphosate + diuron	288+400
กรรมวิธีที่ 6 glyphosate + flumioxazin	288+20
กรรมวิธีที่ 7 glufosinate+ indaziflam	105 +14
กรรมวิธีที่ 8 glufosinate+ diuron	105+400
กรรมวิธีที่ 9 glufosinate+ flumioxazin	105+20
กรรมวิธีที่ 10 glyphosate	336
กรรมวิธีที่ 11 กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน (ตัดหญ้า)	-
กรรมวิธีที่ 13 ไม่กำจัดวัชพืช	-

หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี ทำการสุ่มตัวอย่างวัชพืช จำแนกชนิดและนับจำนวนต้นวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืชในพื้นที่ 2 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5 x 0.5 เมตร ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ทำการประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช จำนวน 4 ครั้ง ที่ระยะ 15, 30, 60 และ 90 วัน หลังใช้สารกำจัดวัชพืช โดยจำแนกวัชพืชเป็นชนิด ประเภทใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก โดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้, 1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย, 4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง, 7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี และ 10 = ควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์

พร้อมทั้งประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมัน ที่ระยะ 15, 30 และ 60 วัน หลังใช้สารกำจัดวัชพืช โดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0 = ไม่เป็นพิษ 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อยต่อพืชปลูก 4-6= เป็นพิษปานกลางต่อพืชปลูก 7-9 =เป็นพิษรุนแรงต่อพืชปลูก และ 10 = พืชปลูกตาย

ทำการสุ่มนับจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช ในทุกกรรมวิธี ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ด้วยการนับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น โดยนับจำนวนทางใบที่คลี่ออกแล้วเท่านั้น ที่ระยะ 0, 30, 60 และ 90 วันหลังใช้สารกำจัดวัชพืช นำข้อมูลที่ได้จากการสุ่มนับจำนวนต้น น้ำหนักแห้งวัชพืช และจำนวนทางใบของปาล์มน้ำมัน ไปวิเคราะห์ทางสถิติ และทำการคำนวณต้นทุนในการจัดการวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี

การบันทึกข้อมูล

1. ชนิดและจำนวนต้นวัชพืช
2. ประสิทธิภาพการควบคุม ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก จำนวนชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืช
3. จำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นหลังใช้สารกำจัดวัชพืช
4. ต้นทุนการจัดการวัชพืชในทุกกรรมวิธี
5. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน

สถานที่ทำการทดลอง

กลุ่มวิจัยวัชพืช กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือน ตุลาคม 2562 - กันยายน 2563 และแปลงเกษตรกรอำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การสำรวจชนิดวัชพืช

จากการลงพื้นที่สำรวจวัชพืชในปาล์มน้ำมันพื้นที่ปลูกใหม่เขตพื้นที่ดินเปรี้ยว บริเวณอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และอำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี จำนวน 16 แปลง พบวัชพืชทั้งหมด 15 ชนิด จำแนกเป็นวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้ารังนก (*Chloris barbata* Sw.) และ หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) และวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) ผักเสี้ยนดอกม่วง (*Cleome rutidosperma* DC.) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth) ขี้กา (*Trichosanthes cordata* Roxb) สะอึก(*Ipomoea gracilis* R.Br.) ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.) ไมยราบหนาม (*Mimosa pudica* L.) กระดุมใบใหญ่ (*Spermacoce latifolia* Aubl.) บานไม่รู้โรยป่า (*Gomphrena celosioides* Mart.) และต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa* L.) วัชพืชส่วนใหญ่ที่พบในแปลงเป็นวัชพืชประเภทใบแคบ และวัชพืชหลักที่พบถี่มากที่สุด 4 ลำดับแรก ได้แก่ หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) และหญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) วัชพืชรองที่พบมากที่สุด 4 ลำดับแรกได้แก่ หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth) (Table 1 and Figure 1)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชด้วยสายตาที่ระยะ 7 และ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร topramezone + atrazine, topramezone + diuron, topramezone +

indaziflam และ topramezone ไม่พบอาการเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน ส่วนการพ่นสาร glyphosate + diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin และ glyphosate พบอาการเป็นพิษเล็กน้อยที่ปลายใบมีอาการเหลืองเพียงเล็กน้อย ในขณะที่การพ่นสาร glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin และ glufosinate เป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันปานกลางถึงรุนแรง โดยเฉพาะใบที่สัมผัสกับละอองสารกำจัดวัชพืชจะมีอาการใบเหลืองส้มและเริ่มแห้งทั่วทั้งต้น (Table 2)

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร topramezone + atrazine, topramezone + diuron, topramezone + indaziflam และ topramezone พบอาการเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยเฉพาะใบปาล์มที่สัมผัสกับละอองสารปลายใบมีอาการขาวซีดและบริเวณปลายยอดที่สัมผัสสาร แต่ไม่ทำให้ปาล์มน้ำมันตาย ส่วนการพ่นสาร glyphosate + diuron , glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin และ glyphosate พบอาการเป็นพิษเล็กน้อยถึงปานกลางที่ปลายใบมีอาการเหลืองเพียงเล็กน้อย และมีอาการใบไหม้ที่ปลายยอดอ่อนอย่างรุนแรง ในขณะที่การพ่นสาร glufosinate + diuron glufosinate + indaziflam , glufosinate+ flumioxazin และ glufosinate เป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันปานกลางถึงรุนแรงโดยเฉพาะใบที่สัมผัสกับละอองสารกำจัดวัชพืชจะมีอาการใบเหลืองส้มและเริ่มแห้ง (Table 2 and Figure 3)

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชยังพบอาการเป็นพิษดังที่กล่าวมาข้างต้นแต่มีอาการลดน้อยลง แต่ยังคงปรากฏให้เห็นในปาล์มน้ำมันใบล่างหรือใบที่สัมผัสสาร ส่วนบริเวณปลายยอดที่ยังไม่คลี่ใบที่สัมผัสกับละอองในกรรมวิธีสาร topramezone + atrazine, topramezone + diuron, topramezone + indaziflam และ topramezone เมื่อใบคลี่จะมีอาการขาวซีด แต่สามารถเจริญเจริญเติบโตได้ตามปกติ (Figure 3)

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง

ส่วนการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชนั้น ได้พ่นสารกำจัดวัชพืชในวัชพืชหลักที่พบในแปลงปาล์มน้ำมันในสภาพดินเปรี้ยว ได้แก่ หญ้าคา หญ้าชันกาด ชะกาดน้ำเค็ม หญ้าขน หญ้าละออง จ้อล่อ บาหยา และ ขี้ไก่ย่าน พบว่าเมล็ดวัชพืชที่นำมาทดลองเมื่อนำไปปลูกในดินที่เตรียมไว้มีการงอกที่ต่ำมากจึงไม่สามารถทำการทดสอบประสิทธิภาพในเรือนทดลองได้ แต่จะทำการทดสอบในสภาพแปลงแทน

จำนวนทางใบของปาล์มน้ำมัน พบว่า ที่ระยะ 0, 30, 60, 90 และ 120 วันหลังพ่นสารทุกกรรมวิธีที่ทดลอง มีจำนวนทางใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชและผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันในสภาพแปลง

แปลงทดลองที่ 1 อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชด้วยสายตาที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร topramezone + atrazine, topramezone + diuron, topramezone + indaziflam และ topramezone ไม่พบอาการเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน ส่วนการพ่นสาร glyphosate

+ diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin และ glyphosate พบอาการเป็นพิษเล็กน้อยที่ปลายใบมีอาการเหลืองเพียงเล็กน้อยถึงปานกลาง เนื่องจากในขณะที่การพ่นสารทางปาล์มอยู่ต่ำทำให้ส่วนปลายใบสัมผัสกับละอองสารกำจัดวัชพืชจึงมีอาการใบเหลืองส้มแต่ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ซึ่งอาการดังกล่าวยังคงพบเมื่อปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตที่ระยะ 90 วันหลงพ่นสาร ซึ่งจะพบความเป็นพิษบริเวณปลายใบที่สัมผัสละอองสารเท่านั้น (Table 6)

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในสภาพแปลง

วัชพืชหลักที่พบในแปลงทดลองได้แก่ หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) ผักเสี้ยนดอกม่วง (*Cleome rutidosperma* DC.) ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.) และบานไม่รู้โรยป่า (*Gomphrena celosioides* Mart.) (Table 5) การพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมระหว่างสาร topramezone + atrazine, topramezone + diuron, topramezone + indaziflam, glyphosate + diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin, glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin และ glyphosate มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชดังกล่าว ได้ในระดับดีถึงสมบูรณ์ มีคะแนนจากการประเมิน อยู่ระหว่าง 7-10 คะแนน ส่วนกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้สมบูรณ์ ประเมินได้ 10 คะแนน ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชจำแนกเป็นชนิดวัชพืช ที่ระยะ 60 หลังพ่นสาร ในขณะที่กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง glyphosate + diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin, glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ได้แก่ หญ้าคา หญ้าขน หญ้าสะกาดน้ำเค็ม ผักเสี้ยนดอกม่วง ผักเป็ด และบานไม่รู้โรยป่า ได้ในระดับดีถึงสมบูรณ์ มีคะแนนจากการประเมิน 7-10 คะแนน ถึงที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร (Table 7)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช

จากการสุ่มนับจำนวนต้น และน้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธี glyphosate + diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin, glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือมีจำนวนต้น และน้ำหนักแห้งของหญ้าคา หญ้าขน หญ้าสะกาดน้ำเค็ม ผักเสี้ยนดอกม่วง ผักเป็ด และบานไม่รู้โรยป่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-3.3 ต้นต่อตารางเมตร และมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 0.0-1.0 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ถึงสมบูรณ์ จึงพบการงอกของเมล็ดวัชพืชเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในขณะที่กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง topramezone + atrazine, topramezone + diuron, topramezone + indaziflam มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชลดลงเหลือปานกลาง ที่ระยะ 60

วันหลังพ่นสาร ทำให้เมล็ดวัชพืชดังกล่าวสามารถงอกและเจริญเติบโตตามปกติ เมื่อทำการสุ่มหาชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืช จึงมีจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ glyphosate + diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin, glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin ในขณะที่กรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชมีจำนวนต้นและน้ำหนักวัชพืชดังกล่าวมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 8 and 9)

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพิจารณาจากการนับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น โดยทำการนับจำนวนทางใบก่อนพ่นสาร และที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง topramezone + atrazine, topramezone + diuron, topramezone + indaziflam, glyphosate + diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin, glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin และ glyphosate, กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือและกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช มีจำนวนทางใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนทางใบอยู่ระหว่าง 19.8-22.4, 21,1-23.5, 21.4-24.3 และ 23.0-25.5 ทางใบต่อต้น ตามลำดับ (Table 10)

ต้นทุนการจัดการวัชพืช

การคิดต้นทุนการกำจัดวัชพืชจะเห็นได้ว่าการกำจัดวัชพืชด้วยมือ(แรงงาน) มีต้นทุนการจัดการวัชพืชมากที่สุด เฉลี่ยไร่ละ 1,500 บาท (ค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาท/วัน/8 ชั่วโมง) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารกำจัดวัชพืชและเมื่อพิจารณาต้นทุนการพ่นสารกำจัดวัชพืช(รวมถึงค่าจ้างพ่นสารถังละ 50 บาท)แต่ละชนิดร่วมกับประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate + diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin, glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin มีต้นทุนการกำจัดวัชพืชเฉลี่ยระหว่าง 212-531 บาทต่อไร่ (Table 10) ซึ่งมีต้นทุนต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ(แรงงาน) การลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชลงนั้น หมายถึงกำไรสุทธิที่เกษตรกรจะได้รับเพิ่มขึ้นจากวิธีการเดิม ๆ ที่เคยปฏิบัติมา และการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่

เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค Covid-19 ทำให้ไม่สามารถเดินทางไปทำการทดลองตามแผนที่กำหนดไว้ได้ ทำให้เกษตรกรขอคืนแปลงทดลองและกำจัดวัชพืชในแปลงทดลองที่เตรียมไว้ส่งผลให้แปลงทดลองที่ 2 อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ไม่สามารถดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลดังกล่าวได้

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. วัชพืชเด่น (dominant species) ที่พบในแปลงปาล์มน้ำมันสภาพดินเปรี้ยว ได้แก่ หญ้าคา วัชพืชรอง (co-dominant species) ได้แก่ หญ้าชันกาด หญ้าสะกาดน้ำเค็ม หญ้าขน หญ้าละออง บานไม่รู้โรยป่า บาหยา ขี้ไก่ย่าน ผักเป็ด และผักเสี้ยนดอกม่วง

2. การใช้สารกำจัดวัชพืชคู่ผสมระหว่าง glyphosate + diuron, glyphosate + indaziflam, glyphosate + flumioxazin, glufosinate + diuron, glufosinate + indaziflam , glufosinate + flumioxazin พ่นระหว่างแถวปาล์มน้ำมัน สามารถควบคุมวัชพืชได้แก่ หญ้าคา หญ้าขน หญ้าสะกาด น้ำเค็ม ผักเสี้ยนดอกม่วง ผักเป็ด และบานไม่รู้โรยป่า ได้ดีในสภาพดินเปรี้ยว และไม่มีผลกระทบต่อปาล์มน้ำมัน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เกษตรกรมีทางเลือกในการกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันสภาพดินเปรี้ยวที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืช

2. ได้คำแนะนำการใช้สารกำจัดวัชพืชคู่ผสมเพื่อเผยแพร่ให้ เกษตรกร นักวิชาการ นักส่งเสริมการเกษตร และประชาชนที่สนใจ เพื่อนำผลงานวิจัยที่ได้ไปต่อยอดหรือพัฒนาการใช้สารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันร่วมกับการควบคุมวัชพืชวิธีอื่น

3. การเสนอในที่ประชุมและสัมมนา ซึ่งเกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมัน วัชพืช การกำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืช เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์

4. การฝึกอบรมเกี่ยวกับการกำจัดวัชพืช และการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบผสมในปาล์มน้ำมันพื้น ที่ดินเปรี้ยว

คำขอบคุณ

-

เอกสารอ้างอิง

จรัญญา ปิ่นสุภา และจรรยา มณีโชติ. 2556. ศึกษาวิธีการจัดการวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน : ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอก. หน้า 115-128. ใน : รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556 เล่มที่ 1. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

จรัญญา ปิ่นสุภา สิริชัย สาธุวิจารณ์ จรรยา มณีโชติ และวนิดา ธารถวิล. 2555. ศึกษาวิธีการจัดการวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน. หน้า 116-132. ใน : รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 เล่มที่ 2. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

พัชรินทร์ วณิชย์อนันตกุล. 2545. การป้องกันกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันโดยวิธีผสมผสาน. คู่มือการป้องกันกำจัดศัตรูปาล์มน้ำมัน โดยวิธีผสมผสาน. กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 74 หน้า.

พัชรินทร์ วณิชย์อนันตกุล. 2547. วัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน. หน้า 95-113. ใน : เอกสารวิชาการ: ปาล์มน้ำมัน.กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ปาล์มน้ำมัน: สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2559. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/statistic/yearbook50/. (10 พฤษภาคม 2560)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2553. กรุงเทพฯ 176 หน้า.

Amit J.J. and B.D. Hans. 2012. Weed control tank mixed with indaziflam or penoxsulam in California orchards and vineyards. (Online). Available. http://ucanr.org/blogs/UCD WeedScience/blogfiles/6258.pdf (May 19, 2021).

Mohamad R.B., W. Wibawa, M. Ghazali Mohayidin, A.B. Puteh, A.l Shukor Juraimi, Y. Awang and M.B. Mohd Lassim. 2010. Management of Mixed Weeds in Young Oil-palm Plantation with Selected Broad-Spectrum Herbicides. J. Trop. Agric. Sci. 33(2): 193-203.

Simarmata M., M. Taufik and Z.Z.A. Peranginangin. 2017. Efficacy of paraquat and glyphosate applied in water solvents from different sources to control weeds in oil plam plantation. Journal of Agricultural and Biological Science. 12(2): 58-64.8P.

Table 1 Survey location of weed species in oil palm grown in acid soil area.

Field no.	location		Province	Weed Species
	Lat.	Long.		
1	14.257203	100.852816	Tambon nopparat Nong Suea District, Pathum Thani	หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) สะอึก(*Ipomoea gracilis* R.Br.) ไมยราบหนาม (*Mimosa pudica* L.) ขี้กา(*Trichosanthes cordata* Roxb)
2	14.256845	100.851251	Tambon Nong Rong, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) สะอึก(*Ipomoea gracilis* R.Br.) ไมยราบหนาม (*Mimosa pudica* L.) ขี้กา (*Trichosanthes cordata* Roxb)
3	14.289800	100.850061	Tambon Kum Hak, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker) ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.)
4	14.297815	100.859774	Tambon Kum Hak, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker) ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.)
5	14.295195	100.861559	Tambon Kum Hak, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth
6	14.289806	100.850056	Tambon Kum Hak, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker)

Table 1 Survey location of weed species in oil palm grown in acid soil area. (continue)

Field no.	location		Province	Weed Species
	Lat.	Long.		
7	14.133019	100.800473	Tambon Bueng Cham O, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.)
8	14.124775	100.800385	Tambon Bueng Bon, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth กระดุมใบใหญ่(*Spermacoce latifolia* Aubl.) บานไม่รู้โรยป่า(*Gomphrena celosioides* Mart.) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.)
9	14.120619	100.800261	Tambon Bueng Bon, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) กระดุมใบใหญ่ (*Spermacoce latifolia* Aubl.) ต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa* L.) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker)
10	14.072654	100.794372	Tambon Bueng Bon, Nong Khae District, Saraburi	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson
11	14.275293	100.892057	Tambon Nong Mu, Wihan Daeng District, Saraburi	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth)
12	14.2752930	100.8920572	Tambon Nong Mu, Wihan Daeng District, Saraburi	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.)หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth)

Table 1 Survey location of weed species in oil palm grown in acid soil area. (continue)

Field no.	location		Province	Weed Species
	Lat.	Long.		
13	14.275293	100.892057	Tambon Nong Mu, Wihan Daeng District, Saraburi	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.)หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth)
14	14.3190579	100.8836917	Tambon Nong Khae District, Saraburi	หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.) จ้อล่อ (*Conyza sumatrensis* (Retz.) E Walker) ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth)
15	14.2131340	100.8858026	Tambon nopparat Nong Suea District, Pathum Thani	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) สะอึก(*Ipomoea gracilis* R.Br.) ไมยราบหนาม (*Mimosa pudica* L.) ขี้กา(*Trichosanthes cordata* Roxb) หญ้ารังนก (*Chloris barbata* Sw.) ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.)
16	14.2139274	100.8880698	Tambon nopparat Nong Suea District, Pathum Thani	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) สะอึก(*Ipomoea gracilis* R.Br.) ไมยราบหนาม (*Mimosa pudica* L.) ขี้กา(*Trichosanthes cordata* Roxb) หญ้ารังนก (*Chloris barbata* Sw.) ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.)

Table 2 Dominant and co-dominant weed species on oil palm grown in acid soil area.

Weed species	Weed type	SDR (%)
หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.)	grass	28.5
หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.)	grass	14.2
หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Panicum distichum* L.)	grass	13.4
หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf)	grass	10.1
หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.) H. Rob.)	broadleaf	8.9
บานไม่รู้โรยป่า (*Gomphrena celosioides* Mart.)	broadleaf	7.0
บาหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson)	broadleaf	6.2
ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth)	broadleaf	5.1
ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.)	broadleaf	3.5
ผักเสี้ยนดอกม่วง (*Cleome rutidosperma* DC.)	broadleaf	3.1

Sum dominance ratio (SDR) based on different weed species in oil palm

Table 3 Phytotoxicity of herbicides at 7, 15,30 and 60 days after application on oil palm grown in acid soil area. (green house)

Treatment	Rate (g ai/rai)	phytotoxicity of oil palm [1]			
		7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
1. topramezone + atrazine	8.4+400	0	0	5	3
2. topramezone + diuron	8.4+400	0	0	6	3
3. topramezone + indaziflam	8.4+14	0	0	6	3
4. glyphosate + diuron	288+400	2	3	5	4
5. glyphosate + indaziflam	288+14	2	4	4	3
6. glyphosate + flumioxazin	288+20	3	5	6	3
7. glufosinate+ diuron	105+400	6	7	6	6
8. glufosinate+ indaziflam	105 +14	6	7	7	7
9. glufosinate+ flumioxazin	105+20	8	8	7	5
10. topramezone	8.4	0	0	6	3
11. glufosinate	105	6	7	7	6
12. glyphosate	288	1	4	6	4
13. weedy check	-	0	0	0	0

Remark

DAA = Day After Application

Phytotoxic 0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 = completely kill

Table 4 Effect of herbicides on number of oil palm frond on oil palm grown in acid soil area. (greenhouse)

Treatment	Rate (g ai/rai)	Number of oil palm frond (frond per plant)				
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
1. topramezone + atrazine	8.4+400	9.7 a	9.7 a	10.0 a	10.7 a	11.0 a
2. topramezone + diuron	8.4+400	10.0 a	10.0 a	10.3 a	10.7 a	10.7 a
3. topramezone + indaziflam	8.4+14	10.3 a	10.3 a	10.7 a	11.0 a	11.3 a
4. glyphosate + diuron	288+400	11.0 a	11.0 a	11.3 a	11.7 a	11.7 a
5. glyphosate + indaziflam	288+14	10.7 a	10.7 a	10.7 a	11.0 a	11.7 a
6. glyphosate + flumioxazin	288+20	11.3 a	11.3 a	11.7 a	12.0 a	12.0 a
7. glufosinate+ diuron	105+400	10.3 a	10.3 a	10.7 a	11.0 a	11.7 a
8. glufosinate+ indaziflam	105 +14	11.3 a	11.3 a	11.3 a	11.7 a	11.7 a
9. glufosinate+ flumioxazin	105+20	11.0 a	11.0 a	11.0 a	11.3 a	11.7 a
10. topramezone	8.4	10.7 a	10.7 a	11.0 a	11.3 a	11.3 a
11. glufosinate	105	10.7 a	10.7 a	10.7 a	11.0 a	11.7 a
12. glyphosate	288	11.0 a	11.0 a	11.3 a	11.7 a	11.7 a
13. weedy check	-	10.7 a	10.7 a	11.0 a	11.3 a	12.0 a
C.V. (%)		7.95	7.95	7.67	7.41	7.31

[1/]Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 5 Species and number of weed in untreated treatment at 30 days after application.

Dominant weed species	number of weeds/1 m^2	%
Grass weeds		
- *Imperata cylindrica* (L.) Beauv.	89.5	22.3
- *Panicum distichum* L.	67.6	16.9
- *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf.	55.5	13.8
broadleaf weeds		
- *Cleome rutidosperma* DC.	78.0	19.4
- *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC.	41.5	10.3
- *Gomphrena celosioides* Mart.	69.0	17.2
total	401.1	100.0

Table 6 Phytotoxicity of herbicides at 7, 15,30 and 60 days after application on oil palm grown in acid soil area.

Treatment	Rate (g ai/rai)	phytotoxicity of oil palm [1]			
		7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
1. topramezone + atrazine	8.4+400	0	0	0	0
2. topramezone + diuron	8.4+400	0	0	0	0
3. topramezone + indaziflam	8.4+14	0	0	0	1
4. glyphosate + diuron	288+400	2	3	1	1
5. glyphosate + indaziflam	288+14	2	4	1	1
6. glyphosate + flumioxazin	288+20	3	5	1	1
7. glufosinate+ diuron	105+400	2	3	1	1
8. glufosinate+ indaziflam	105 +14	2	3	1	1
9. glufosinate+ flumioxazin	105+20	2	3	1	1
10. glyphosate	336	2	3	1	1
11. hand weeding	288	0	0	0	0
12. weedy check	-	0	0	0	0

DAA = Day After Application

Phytotoxic

0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 = completely kill

Table 7 Efficacy of herbicides at 15, 30, 60 and 90 days after application on oil palm grown in acid soil area.

Treatment	Rateg ai/rai	Visual weed control [1]			
		15 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA
1. topramezone + atrazine	8.4+400	10	9	7	5
2. topramezone + diuron	8.4+400	10	10	8	6
3. topramezone + indaziflam	8.4+14	10	9	8	6
4. glyphosate + diuron	288+400	9	10	10	10
5. glyphosate + indaziflam	288+14	9	10	10	10
6. glyphosate + flumioxazin	288+20	9	10	8	7
7. glufosinate+ diuron	105+400	10	10	10	8
8. glufosinate+ indaziflam	105 +14	10	10	9	10
9. glufosinate+ flumioxazin	105+20	10	10	10	8
10. glyphosate	336	9	10	8	6
11. hand weeding	288	10	10	10	10
12. weedy check	-	0	0	0	0

Efficacy

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control

10 = completely control

Table 8 Number of weed at 60 days after application herbicide tank-mix on oil palm grown in acid soil area.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Number of weed/ m^2					
		IMPCY	PRADI	BRAMU	CLERU	ALTSE	GOMCE
1. topramezone + atrazine	8.4+400	57.3 b	34.0 b	34.0 b	81.0 c	13.0 b	23.7 b
2. topramezone + diuron	8.4+400	21.0 b	20.0 ab	25.0 b	30.0 b	5.0 ab	11.3 ab
3. topramezone + indaziflam	8.4+14	34.2 b	41.5 b	19.6 b	15.5 ab	9.0 b	18.7 ab
4. glyphosate + diuron	288+400	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
5. glyphosate + indaziflam	288+14	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
6. glyphosate + flumioxazin	288+20	1.0 a	9.5 a	5.3 a	9.0 ab	12.0 b	45.0 c
7. glufosinate+ diuron	105+400	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8. glufosinate+ indaziflam	105 +14	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
9. glufosinate+ flumioxazin	105+20	0.0 a	0.0 a	1.0 a	0.0 a	3.3 a	0.0 a
10. glyphosate	336	66.5 b	52.1 bc	16.6 ab	66.5 bc	34.3 bc	67.6 d
11. hand weeding	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
12. weedy check	-	89.5 c	67.6 c	55.5 c	78.0 c	41.5 c	69.0 d
C.V.(%)		49.5	51.5	45.5	35.1	27.8	35.6

[1/] /Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

- *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. (IMPCY)
- *Panicum distichum* L. (PRADI)
- *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf. (BRAMU)
- *Cleome rutidosperma* DC. (CLERU)
- *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. (ALTSE)
- *Gomphrena celosioides* Mart. (GOMCE)

Table 9 Dry weight of weed at 60 days after application herbicide tank-mix on oil palm grown in acid soil area.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Dry weight (g/m^2)					
		IMPCY	PRADI	BRAMU	CLERU	ALTSE	GOMCE
1. topramezone + atrazine	8.4+400	102.3 bc	78.8 c	69.0 b	97.6 cd	56.5 c	85.5 c
2. topramezone + diuron	8.4+400	76.6 b	66.5 b	55.7 b	44.3 b	23.3 b	42.9 b
3. topramezone + indaziflam	8.4+14	98.8 b	90.5 cd	45.0 b	60.5 c	39.5 bc	61.8 bc
4. glyphosate + diuron	288+400	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
5. glyphosate + indaziflam	288+14	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
6. glyphosate + flumioxazin	288+20	2.7 a	23.4 a	14.8 a	21.8 ab	29.5 b	65.5 bc
7. glufosinate+ diuron	105+400	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8. glufosinate+ indaziflam	105 +14	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
9. glufosinate+ flumioxazin	105+20	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
10. glyphosate	336	68.8 b	52.1 b	26.6 ab	70.5 c	60.5 c	109.6 cd
11. hand weeding	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
12. weedy check	-	167.5 c	103.5 d	132.1 c	132.2 d	101.5 d	143.3 d
C.V.(%)		30.5	44.4	53.2	29.5	37.1	33.3

[1/]Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

- *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. (IMPCY)
- *Panicum distichum* L. (PRADI)
- *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf. (BRAMU)
- *Cleome rutidosperma* DC. (CLERU)
- *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br. ex DC. (ALTSE)
- *Gomphrena celosioides* Mart. (GOMCE)

Table 10 Number of oil palm frond at 0 and 30 days after application and cost of weed control on oil palm grown in acid soil area.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Number of oil palm frond (frond per plant)				Cost of weed control (baht/rai)
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	
1. topramezone + atrazine	8.4+400	20.4 ^{ns}	21.3^{ns}	22.0^{ns}	23.9^{ns}	401
2. topramezone + diuron	8.4+400	21.4	22.2	23.0	24.1	435
3. topramezone + indaziflam	8.4+14	19.8	20.6	21.4	23.0	573
4. glyphosate + diuron	288+400	21.1	22.0	22.8	23.9	212
5. glyphosate + indaziflam	288+14	22.3	22.4	23.2	24.3	510
6. glyphosate + flumioxazin	288+20	20.8	22.3	23.1	24.2	378
7. glufosinate+ diuron	105+400	20.5	21.1	22.1	23.2	393
8. glufosinate+ indaziflam	105 +14	22.1	23.5	24.3	25.4	531
9. glufosinate+ flumioxazin	105+20	22.2	22.4	23.2	24.3	489
10. glyphosate	336	21.1	21.4	23.5	24.0	154
11. hand weeding	-	22.4	23.4	24.2	25.5	1,500
12. weedy check	-	21.0	22.0	22.8	23.5	-
C.V. (%)		2.3	3.2	3.2	3.4	

[1/]Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

*DAA = Day After Application

ns= non-significant

หญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.)

หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf)

ขี้กา (*Trichosanthes cordata* Roxb

ขี้ไก่ย่าน (*Mikania micrantha* Kunth)

หญ้าละออง (*Cyanthillium cinereum* (L.)

บานไม่รู้โรยป่า (*Gomphrena celosioides* Mart.)

Figure 1 weed species on oil palm grown in acid soil area

topramezone + atrazine

glufosinate+ indaziflam

glyphosate + indaziflam

paraquat+ flumioxazin

weedy check

Figure 2 Phytotoxicity of herbicides to oil palm 30 days after application

Figure 3 Aerial photography on oil palm grown in acid soil area at Tambon Bueng Bon, Nong Khae District, Saraburi Province

Figure 4 Phytotoxicity of herbicides on oil palm grown in acid soil area 60 days after application

topramezone + atrazine

topramezone + diuron

topramezone + indaziflam

glyphosate + diuron

glyphosate + indaziflam

glyphosate + flumioxazin

Figure 5 Effect of herbicides Tank-mix on oil palm grown in acid soil area 90 days after application

glufosinate+ diuron

glufosinate+ indaziflam

glufosinate+ flumioxazin

glyphosate

weedy check

Figure 5 Effect of herbicides Tank-mix on oil palm grown in acid soil area 90 days after application (continue)

ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันเขตพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง

Efficacy of herbicide for weed control in oil palm at Pak Phanang Basin

ยุรวรรณ อนันตนมณี[1/] จรัญญา ปิ่นสุภา[3/]
อมฤต ศิริอุดม[1/] สิริชัย สาธุวิจารณ์[1/] ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย[2/] เทอดพงษ์ มหาวงศ์[2/]
อุษณีย์ จินดากุล[2/] ปรัชญา เอกฐิน[2/] เอกรัตน์ ธนูทอง[2/]
[1/]กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[3/]กลุ่มวิชาการ สถาบันพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Abstract

Efficacy of herbicide tank-mix in oil palm at Pak Phanang River basin, Nakhon Si Thammarat Province. Field trail lay out was consisted of 7 treatments with 4 replications in RCB experiment compare with hand weeding and untreated control. The result show 3 treatment of herbicide tank-mix, flumioxazin 50% WP + glufosinate 15%SL rate 20+105 gai/rai, diuron 80%WP + glufosinate 15%SL rate 120+105 gai/rai, indaziflam 50% SC+ glufosinate 15% SL rate 12+105 gai/rai and treatment of glyphosate 48% SL rate 240 gai/rai gave a good control of grass weeds as *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler, *Echinochloa colona* (l.) link, *Brachiaria mutica.* broad leave weed as *Praxelis clematidea* (Griseb.) R. M. King & H. Rob. and sedge as *Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth and *Cyperus kyllingia Endl.* Only treatment of ethoxysulfuron 15%WG+ glufosinate 15%SL rate 8+105 gai/rai can control *Cyperus kyllingia Endl* in moderately level. No phytotoxicity and no affect to oil palm growth in every treatment are apply herbicide. However most farmers in this area growing the oil palm simultaneously with raising cattle there were not apply the herbicide because there keep weed for feed the cow. Most farmers are accepted the method of weed cutting by machine more than apply the herbicide.

Keywords : Herbicide, oil palm, Pak Phanang River basin

รหัสการทดลอง 01-118-60-01-04-00-03-63

บทคัดย่อ

การจัดการวัชพืชในปาล์มน้ำมันพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช ดำเนินการในแปลงปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 3 ปี ระหว่าง ตุลาคม ถึง กันยายน 2564 วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP + glufosinate 15% SL อัตรา 20+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, diuron 80%WP + glufosinate 15%SL อัตรา 120+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, indaziflam 50% SC+ glufosinate 15% SL อัตรา 12+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ glyphosate 48% SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรใช้ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู และหญ้าขน วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ สาบม่วง วัชพืชประเภทกก ได้แก่ หนวดปลาดุก และกกตุ้มหู ได้ในระดับดีถึงสมบูรณ์ ส่วนกรรมวิธีพ่นสาร ethoxysulfuron 15% WG+ glufosinate 15%SL อัตรา 8+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชดังกล่าวได้ดีเช่นกัน ยกเว้น กกตุ้มหู ที่สามารถควบคุมได้ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช ไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน และไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต โดยจำนวนทางใบของปาล์มน้ำมันในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจะมีการเลี้ยงวัวควบคู่ไปด้วย เกษตรกรจึงไม่นิยมใช้สารกำจัดวัชพืช จะปล่อยให้มีวัชพืชขึ้นเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ เกษตรกรยอมรับการตัดหญ้ามากกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืช

คำสำคัญ : สารกำจัดวัชพืช ปาล์มน้ำมัน ลุ่มน้ำปากพนัง

คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (Oil palm) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและเป็นพืชยืนต้น (perennial crop) ที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูงเมื่อเทียบกับพืชให้น้ำมันชนิดอื่น ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่รวดเร็ว มีอายุการให้ผลผลิตยาวนาน (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552) ในพื้นที่ภาคใต้ มีการส่งเสริมและขยายพื้นที่ปลูกลงในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง และป่าพรุ มีพื้นที่รวมมากกว่า 2,000,000 ไร่ พื้นที่ลุ่มแม่น้ำปากพนัง ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ครอบคลุม 10 อำเภอของจ.นครศรีธรรมราช ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดและมีการรุกตัวของน้ำทะเลเข้าในพื้นที่ มีสภาพดินเป็นดินอินทรีย์มีความเป็นกรดสูง และอ่อนนุ่มทำให้การปลูกไม้ยืนต้นชนิดต่าง ๆ ทำได้ยาก แต่ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร จึงได้เลือกส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาอาชีพและส่งเสริมรายได้ให้กับเกษตรกร ในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง (สุรกิตติ, 2555) ด้วยลักษณะ

ของพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง ที่มีสภาพนิเวศวิทยาของพื้นที่ เป็นสภาพน้ำขัง ลักษณะดินเป็นดินเหนียวและดินเค็มสภาพดินเป็นกรด มีสภาพนิเวศวิทยาแตกต่างกับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่ว ๆ ไปในเขตภาคใต้ อาจส่งผลให้มีชนิดวัชพืชเป็นวัชพืชหลัก (Dominant species) แตกต่างกัน อีกทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง ยังไม่เคยมีการสำรวจชนิดวัชพืช และการจัดการวัชพืชตามคำแนะนำของกลุ่มวิจัยวัชพืชเป็นคำแนะนำในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในสภาพทั่วไป อาจไม่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ และชนิดวัชพืชที่พบระบาดในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาหาชนิดสารกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อเป็นคำแนะนำ และเป็นทางเลือกให้เกษตรกร รวมทั้งทราบถึงวิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้องและไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน นอกจากนั้น สารกำจัดวัชพืชที่ได้จากการทดลอง จะเป็นทางเลือกให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ เพื่อทดแทนสารกำจัดวัชพืชพาราควอต และไกลโฟเซต ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาที่รัฐบาลมีนโยบายให้กรมวิชาการเกษตรต้องศึกษาวิจัยหาสารทดแทนหรือสารทางเลือกให้เกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. สารกำจัดวัชพืช
2. แบบสำรวจ
3. เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง หัวพ่นสารแบบปะทะ
4. ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปี
5. เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง พร้อมหัวพ่นรูปพัด
6. กรอบสี่เหลี่ยมขนาด 0.5x0.5 เมตร สำหรับสุ่มวัชพืช

วิธีการ

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจชนิดวัชพืชเด่น และรวบรวมชนิดวัชพืชในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในลุ่มน้ำปากพนัง

สำรวจชนิดวัชพืชในปาล์มน้ำมันอายุระหว่าง 1-3 ปี ดำเนินการสำรวจโดยใช้แบบสอบสำรวจและบันทึกข้อมูลการชนิด และปริมาณของวัชพืช รวมทั้งการจัดการวัชพืชที่เกษตรกรปฏิบัติในสวนปาล์มน้ำมันลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 แปลง โดยมีวิธีการสุ่มตัวอย่างวัชพืชในการสำรวจใช้การสุ่มแบบ sample plot ขนาดพื้นที่ 0.5x0.5 ตารางเมตร ทำการสุ่ม 4 จุดต่อหนึ่งแปลง จำแนกชนิด จำนวนต้น และคำนวณหาความหนาแน่นเป็นเปอร์เซ็นต์ วางแปลงสุ่มโดยวิธี Unrestricted sampling method (Anonymous, 1982) จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristic) ของวัชพืชที่สำรวจพบในแปลงเพื่อจัดลำดับวัชพืชเด่น (dominant species) และวัชพืชรอง (co-dominant species) โดยใช้ค่า Sum dominant ratio ซึ่งคำนวณจากค่า Relative density และ Relative frequency จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Relative density (RD)} = \frac{\text{Density for a species}}{\text{Total density for all species}} \times 100$$

$$\text{Relative frequency (RF)} = \frac{\text{Frequency value for a species}}{\text{Total frequency value for all species}} \times 100$$

$$\text{Sum dominant ratio (SDR)} = \frac{\text{RD + RF}}{2}$$

และทำการเก็บเมล็ดวัชพืชที่เป็นวัชพืชเด่น(dominant species) และวัชพืชรอง (co-dominant species) ที่ขึ้นในแปลงปาล์มน้ำมันเพื่อนำไปใช้ในการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกภาพแปลง
2. ชนิด และจำนวนต้นวัชพืช

ขั้นตอนที่2 ศึกษาประสิทธิภาพ และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช ต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง

ขั้นตอนที่ 2.1 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช ในสภาพเรือนทดลอง

นำเมล็ดวัชพืชที่เป็นวัชพืชเด่น (dominant species) และวัชพืชรอง (co-dominant species) ที่พบในแปลงปาล์มน้ำมันจากการสำรวจ (ขั้นตอนที่ 1) เพื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช ดำเนินการทดสอบความงอกของเมล็ดวัชพืชแต่ละชนิด ก่อนนำเมล็ดมาปลูก โรยเมล็ดวัชพืชลงในกระบะขนาด 20X30x15 เซนติเมตร อย่างน้อย 3 ชนิด ชนิดละ 50 เมล็ด (เมล็ดสุกแก่) หลังจากนั้นพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัดหรือปะทะ (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระบะ จำนวน 13 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 1 flumioxazin + paraquat	20+110.4
กรรมวิธีที่ 2 flumioxazin + glufosinate	20+105
กรรมวิธีที่ 3 diuron + paraquat	120+110.4
กรรมวิธีที่ 4 diuron + glufosinate	120+105
กรรมวิธีที่ 5 indaziflam+ paraquat	12+110.4
กรรมวิธีที่ 6 indaziflam+ glufosinate	12+105
กรรมวิธีที่ 7 carfentrazone+ paraquat	8+110.4
กรรมวิธีที่ 8 carfentrazone+ glufosinate	8+105
กรรมวิธีที่ 9 oxyfluorfen+ paraquat	36+110.4

กรรมวิธีที่	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 10 oxyfluorfen+ glufosinate	36+105
กรรมวิธีที่ 11 ethoxysulfuron+atrazine	8+360
กรรมวิธีที่ 12 ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105
กรรมวิธีที่ 13 ไม่กำจัดวัชพืช	-

หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี ทำการประเมินประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช โดยการให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้, 1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย, 4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง, 7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี และ 10 = ควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 2.2 ศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง

ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 1 ปี ลงในกระถางขนาด 20 นิ้ว จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 รองก้นหลุม ให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน หลังปลูกปาล์มน้ำมัน 1 เดือน จึงดำเนินการพ่นสารตามกรรมวิธี โดยพ่นสารลงบนต้นปาล์มน้ำมัน ด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัดหรือปะทะ (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระถาง จำนวน 13 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 1 flumioxazin + paraquat	20+110.4
กรรมวิธีที่ 2 flumioxazin + glufosinate	20+105
กรรมวิธีที่ 3 diuron + paraquat	120+110.4
กรรมวิธีที่ 4 diuron + glufosinate	120+105
กรรมวิธีที่ 5 indaziflam+ paraquat	12+110.4
กรรมวิธีที่ 6 indaziflam+ glufosinate	12+105
กรรมวิธีที่ 7 carfentrazone+ paraquat	8+110.4
กรรมวิธีที่ 8 carfentrazone+ glufosinate	8+105
กรรมวิธีที่ 9 oxyfluorfen+ paraquat	36+110.4
กรรมวิธีที่ 10 oxyfluorfen+ glufosinate	36+105
กรรมวิธีที่ 11 ethoxysulfuron+atrazine	8+360
กรรมวิธีที่ 12 ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105
กรรมวิธีที่ 13 ไม่กำจัดวัชพืช	-

หลังพ่นสารตามกรรมวิธี ทำการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0 = ไม่เป็นพิษ 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อยต่อพืชปลูก 4-6= เป็นพิษปานกลางต่อพืชปลูก 7-9 =เป็นพิษรุนแรงต่อพืชปลูก และ 10 = พืชปลูกตาย บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 7 21 และ30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช และทำการนับจำนวนทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน โดยนับจำนวนทางใบที่คลี่ออกแล้วเท่านั้น ที่ระยะ 0 30 60 และ90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์สถิติ

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. บันทึกภาพอาการเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นปาล์มน้ำมัน
2. ความเป็นพิษ ที่ระยะ 7 21 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช
3. จำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น ที่ระยะ 0 30 60 และ90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

นำระดับคะแนนมาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ขั้นตอนที่ 3 ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช และผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันในสภาพแปลง

นำกรรมวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพ และไม่เป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน ที่ได้จากการขั้นตอนที่ 2 มาทดสอบในสภาพแปลงเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการจัดการวัชพืชของเกษตรกรที่นิยมใช้สารกำจัดวัชพืช glyphosate 48% SL กรรมวิธีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ทำการทดลองในแปลงเกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันอายุ 1-3 ปี โดยมีขนาดแปลงย่อย 8 × 8 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีโดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัดหรือปะทะ (Fan nozzle) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่	ขั้นตอน
กรรมวิธีที่ 1	คัดเลือกสารกำจัดวัชพืชในขั้นตอนที่ 2
กรรมวิธีที่ 2	
กรรมวิธีที่ 3	
กรรมวิธีที่ 4 เกษตรกร	พ่น glyphosate 48 % SL อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 5	กำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน (ตัดหญ้า)
กรรมวิธีที่ 6	ไม่กำจัดวัชพืช

หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี ทำการสุ่มตัวอย่างวัชพืช จำแนกชนิดและนับจำนวนต้นวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืชในพื้นที่ 2 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5 x 0.5 เมตร ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ทำการประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช รั้ง ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังใช้สารกำจัดวัชพืช โดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย

0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้ และ 10 = ควบคุมวัชพืชได้ดีมาก พร้อมทั้งประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมัน ที่ระยะ 15 และ30 วัน หลังใช้สารกำจัดวัชพืช โดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0 = ไม่เป็นพิษ และ 10 = พืชปลูกตาย ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ทำการสุ่มนับจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช ในทุกกรรมวิธี และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ด้วยการนับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น ที่ระยะ 0 และ 30 วันหลังใช้สารกำจัดวัชพืช นำข้อมูลที่ได้จากการสุ่มนับจำนวนต้น น้ำหนักแห้งวัชพืช และจำนวนทางใบของปาล์มน้ำมัน ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. ชนิดและจำนวนต้นวัชพืช
2. ประสิทธิภาพการควบคุม ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก จำนวนชนิด และ น้ำหนักแห้งวัชพืช
3. การเจริญเติบโตของพืชปลูก นับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นหลังใช้สารกำจัดวัชพืช
4. คำนวณต้นทุนการจัดการวัชพืชในทุกกรรมวิธี
5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของจำนวนต้น และน้ำหนักแห้งวัชพืช จำนวนทางใบของปาล์มน้ำมัน

เวลาและสถานที่

ดำเนินการทดลองระหว่าง ปี 2563-2564 ณ โรงเรือนกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช และ แปลงปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สำรวจชนิดวัชพืชในปาล์มน้ำมันพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง

ดำเนินการสำรวจและบันทึกข้อมูลชนิด และปริมาณของวัชพืชที่พบ รวมทั้งวิธีการจัดการวัชพืชที่เกษตรกรปฏิบัติในสวนปาล์มน้ำมันลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 แปลง พบวัชพืชหลักทั้งหมด 10 ชนิด จำแนกเป็นวัชพืชประเภทใบแคบ 5 ชนิด ได้แก่ หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum* Berg.) หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (l.) link) หญ้าตีนนก (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler) หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) และหญ้าชันกาด (*Panicum repen* L.) วัชพืชใบกว้าง 3 ชนิด ได้แก่ ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens* (L.) L.) สาบม่วง (*Praxelis clematidea* (Griseb.) R. M. King & H. Rob.) และ หญ้าเกล็ดปลา (*Phyla nodiflora* (L.) Greene) วัชพืชประเภทกก ได้แก่ หนวดปลาดุก (*Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth) และกกตุ้มหู (*Cyperus kyllingia* Endl.) (Figure 1) จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristic) พบว่า วัชพืชเด่น (dominant species) ได้แก่ สาบม่วง หญ้าขน หญ้าตีนนก และหญ้าเกล็ดปลา วัชพืชรอง (co-dominant species) ได้แก่ หญ้านกสีชมพู หญ้าชันกาด หญ้าเห็บ กกตุ้มหู ตีนตุ๊กแก และหนวดปลาดุก (Table 1)

จากการสำรวจและสอบถามข้อมูลวิธีการจัดการวัชพืชของเกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จำนวน 10 ราย พบว่า เกษตรกรจำนวน 7 ราย คิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ ไม่ใช้สารกำจัดวัชพืช เนื่องจากเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันควบคู่กับการเลี้ยงวัว จึงไม่กำจัดวัชพืชปล่อยให้วัชพืชขึ้นเพื่อใช้เป็นอาหารของวัว ส่วนเกษตรกรอีก 3 ราย คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับการตัดหญ้า สารกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรใช้ คือ ไกลโฟเซต (Table 2)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง

ผลการทดลอง พบว่า ที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช flumioxazin + paraquat อัตรา 20+110.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, carfentrazone+ paraquat อัตรา 8+110.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ oxyfluorfen+ paraquat อัตรา 36+110.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีความเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมันรุนแรง มีคะแนนจากการประเมินอยู่ระหว่าง 7-8 คะแนน โดยปาล์มน้ำมันมีอาการใบไหม้ ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และใบแห้ง แสดงอาการทั้งส่วนของใบ และทางใบที่สัมผัสสาร

ส่วนการพ่นสาร flumioxazin + glufosinate อัตรา 20+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ diuron + paraquat อัตรา 120+110.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ indaziflam+ glufosinate อัตรา 12+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ carfentrazone+ glufosinate อัตรา 8+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ethoxysulfuron+ glufosinate อัตรา8+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ความเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมันในระดับปานกลาง มีคะแนนจากการประเมิน 4-6 คะแนน โดยต้นปาล์มน้ำมันมีอาการใบเหลืองเป็นบางส่วน ไม่ทั่วทั้งทางใบ ทางใบปาล์มน้ำมันมีอาการเหลือง บริเวณปลายใบมีอาการไหม้แห้งเป็นสีน้ำตาล ส่วนการพ่นสาร diuron + glufosinate อัตรา 120+105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ indaziflam+ paraquat อัตรา 12+110.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ oxyfluorfen+ glufosinate อัตรา 36+105 และethoxysulfuron+atrazine อัตรา 8+360 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีความเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันเล็กน้อย มีคะแนนจากการประเมิน 1-3 คะแนน

ที่ระยะ 21 วันหลังพ่นสาร พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช carfentrazone+ paraquat ยังคงมีอาการเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันที่ระดับรุนแรง มีคะแนนประเมิน 7 คะแนน ส่วนกรรมวิธีการพ่นสารอื่น พบความเป็นพิษที่ระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง ที่ระยะ 30 วันหหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช diuron+paraquat carfentrazone+paraquat และoxyfluorfen+glufosinate มีความเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันในระดับปานกลาง ถึงรุนแรง มีคะแนนประเมิน 5-7 คะแนน ส่วนกรรมวิธีที่พ่นสารอื่นๆ มีอาการเป็นเป็นพิษน้อยลง อยู่ในระดับเล็กน้อย 1-3 คะแนน โดยปาล์มน้ำมันสามารถแทงทางใบใหม่ได้เช่นกัน (Figure 2, 3 and 4)

อย่างไรก็ตามอาการเป็นพิษจากผลการทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมัน พบว่า สารกำจัดวัชพืชคู่ผสมทุกกรรมวิธีมีความเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน เนื่องจากสารคู่ผสมดังกล่าวมีสารกำจัดวัชพืชประเภทไม่เลือกทำลายเป็นคู่ผสม การทดลองนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงความเป็นพิษเมื่อมีการพ่นสารกำจัดวัชพืชโดยตรงที่ปาล์มน้ำมัน ซึ่งโดยปกติแล้วการพ่นสารกำจัด

วัชพืชจะพ่นกำจัดวัชพืชระหว่างแถวปาล์มน้ำมัน อาการเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชจะอยู่ในระดับเล็กน้อยหรือไม่แสดงอาการ เพราะจะไม่พ่นให้สารสัมผัสโดยตรงที่ต้นปาล์มน้ำมัน (Table 3)

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพิจารณาจากการนับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น ที่ระยะ 0 30 60 และ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า ทุกกรรมวิธีมีจำนวนทางใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนทางใบอยู่ระหว่าง 8.3-9.3, 9.0-10.7, 9.7-11.3 และ 10.7-12.3 ทางใบต่อต้น ตามลำดับ ทั้งนี้การนับจำนวนทางใบนับจากทางใบทั้งหมดรวมทั้งทางใบที่แสดงอาการเป็นพิษและทางใบใหม่ที่คลี่แล้ว

จากการทดลองดังกล่าว ทำให้สามารถคัดเลือกสารกำจัดวัชพืชที่มีความเป็นพิษในระดับเล็กน้อย เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในขั้นตอนต่อไปได้ ทั้งหมด 5 คู่ผสม ได้แก่ flumioxazin + glufosinate, diuron + glufosinate, indaziflam+ glufosinate ethoxysulfuron+atrazine และ ethoxysulfuron+ glufosinate (Table 4)

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชโดยรวม พบว่า ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสม กรรมวิธีพ่นสาร flumioxazin + glufosinate, diuron + glufosinate, indaziflam + glufosinate และ ethoxysulfuron+ glufosinate มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชโดยรวมได้ในระดับดี ถึงสมบูรณ์ มีคะแนนประเมินอยู่ระหว่าง 7-10 คะแนน ส่วน กรรมวิธีพ่นสาร ethoxysulfuron+atrazine มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในระดับ ปานกลาง มีคะแนนอยู่ที่ 4-5 คะแนน (Table 5)

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชจำแนกเป็นชนิดวัชพืช ที่ระยะ 30 และ 60 หลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร flumioxazin + glufosinate, diuron + glufosinate indaziflam + glufosinate และ ethoxysulfuron+ glufosinate มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ได้แก่ สาบม่วง หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู ได้ในระดับดีถึงสมบูรณ์ มีคะแนนจากการประเมิน 7-10 คะแนน ส่วน กรรมวิธีพ่นสาร ethoxysulfuron+atrazine มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชสาบม่วง ตีนนก และนกสีชมพู ในระดับปานกลาง มีคะแนนอยู่ที่ 4-6 คะแนน (Table 6)

จากการทดลองทำให้สามารถคัดเลือกสารกำจัดวัชพืชที่มีความเป็นพิษในระดับเล็กน้อย และมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้ดี จำนวน 4 คู่ผสม ได้แก่ flumioxazin + glufosinate, diuron + glufosinate, indaziflam+ glufosinate และ ethoxysulfuron+ glufosinate เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในสภาพแปลง

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชและผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันในสภาพแปลง

แปลงทดลองที่ 1 อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช

ชนิดและจำนวนต้นวัชพืช

การสุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชในกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบวัชพืชจำนวน 204.5 ต้นต่อตารางเมตร แบ่งเป็นวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนนก (*Digitaria*

adscendens (H.B.K) Henr.) หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (l.) link) และหญ้าขน (*Brachiaria mutica*) จำนวน 62.5 ,41.5 และ 8.0 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่น 30.6 20.3 และ 3.9 เปอร์เซ็นต์ วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ สาบม่วง (*Praxelis clematidea* R.M.King & H.Rob.) จำนวน 57.5 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่น 28.1 เปอร์เซ็นต์ และวัชพืชประเภทกก ได้แก่ หนวดปลาดุก(*Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth) และกกตุ้มหู (*Cyperus kyllingia* Endl.) จำนวน 4.0 และ 32.0 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่น 2.0 และ 15.6 เปอเซ็นต์ ตามลำดับ (Table 7)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมัน

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชด้วยสายตา ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช flumioxazin + glufosinate, diuron + glufosinate, indaziflam+ glufosinate, ethoxysulfuron+ glufosinate และ glyphosate ไม่พบความเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันในทุกระยะการประเมิน เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 8)

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในสภาพแปลง

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชจำแนกเป็นชนิดวัชพืช ที่ระยะ 30 และ 60 หลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธี flumioxazin + glufosinate, diuron + glufosinate, indaziflam+ glufosinate, ethoxysulfuron+ glufosinate glyphosate และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าขน สาบม่วง หนวดปลาดุก และกกตุ้มหู ได้ในระดับดีถึงสมบูรณ์ มีคะแนนจากการประเมิน 7-10 คะแนน ยกเว้นกรรมวิธีพ่นสาร ethoxysulfuron+ glufosinate ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมกกตุ้มหูได้ ปานกลาง มีคะแนน 4-6 คะแนน (Table 9 and 10)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช

จากการสุ่มนับจำนวนต้น และน้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธี flumioxazin + glufosinate, diuron + glufosinate, indaziflam+ glufosinate, glyphosate และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนต้น และน้ำหนักแห้ง หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าขน สาบม่วง หนวดปลาดุก และกกตุ้มหู ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-0.5 ต้นต่อตารางเมตร และมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 0.0-6.0 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 4.0-62.5 ต้นต่อตารางเมตร และมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 27.5-256.3 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนกรรมวิธี ethoxysulfuron+ glufosinate พบว่า มีจำนวนต้นกกตุ้มหู 11.0 ต้นต่อตารางเมตร และมีน้ำหนักแห้ง 21.5 กรัมต่อตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร flumioxazin +

glufosinate, diuron + glufosinate, indaziflam+ glufosinate, glyphosate และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ ที่มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-0.5 ต้นต่อตารางเมตร และน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 0.0-5.0 กรัมต่อตารางเมตร(Table 11 and 12)

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพิจารณาจากการนับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น โดยทำการนับจำนวนทางใบก่อนพ่นสาร, ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธี flumioxazin + glufosinate, diuron + glufosinate, indaziflam+ glufosinate, ethoxysulfuron+ glufosinate, glyphosate, กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช มีจำนวนทางใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนทางใบอยู่ระหว่าง 34.5-37.3, 36.0-38.0 และ 37.0-40.0 ทางใบต่อต้น ตามลำดับ (Table 13)

ต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชในแต่ละกรรมวิธีทดลอง

ต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชคู่ผสมในการกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมัน พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธีมีต้นทุนน้อยกว่าการใช้แรงงานตัดหญ้า ซึ่งการใช้แรงงานมีต้นทุนอยู่ที่ 900 บาทต่อไร่ ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืชมีค้นทุนอยู่ระหว่าง 125-475 บาทต่อไร่ ลดต้นทุนได้ถึง 47.2-86.1 % (Table 14)

เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค Covid-19 ทำให้ไม่สามารถเดินทางไปทำการทดลองตามแผนที่กำหนดไว้ได้ จึงทำให้สามารถเก็บข้อมูลการทดลองได้เพียง 1 แปลงทดลอง เพราะไม่สามารถเดินทางเข้าพื้นที่ตามที่รัฐบาลประกาศ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

1. วัชพืชเด่น (dominant species) ได้แก่ สาบม่วง หญ้าขน หญ้าตีนนก และหญ้าเกล็ดปลา วัชพืชรอง (co-dominant species) ได้แก่ หญ้านกสีชมพู หญ้าชันกาด หญ้าเห็บ กกตุ้มหูตีนตุ๊กแก และหนวดปลาดุก
2. สารกำจัดวัชพืชที่สามารถแนะนำให้ใช้ในการกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันแทนการใช้ paraquat และ glyphosate ได้แก่ 1. flumioxazin + glufosinate 2. diuron + glufosinate indaziflam+ glufosinate, 4. ethoxysulfuron+ glufosinate
3. การใช้สารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี มีต้นทุนต่ำกว่าการกรรมจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานตัดหญ้า สามารถช่วยเกษตรกรประหยัดต้นทุนได้ 47-86 เท่า
4. เกษตรกรในพื้นที่ ทำการปลูกปาล์มน้ำมันควบคู่กับการเลี้ยงวัว จึงไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ปล่อยให้วัชพืชขึ้นเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช ปี 2554. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุเทพฯ. 149 หน้า.

จรัญญา ปิ่นสุภา สิริชัย สาธุวิจารณ์ จรรยา มณีโชติ และ วนิดา ธารถวิล. 2555. ศึกษาวิธีการจัดการวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน (น.116-132) *ใน* รายงานผลงานประจำปี 2555. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

พัชรินทร์ วณิชย์อนันตกุล. 2545. การป้องกันกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันโดยวิธีผสมผสาน. คู่มือการป้องกันกำจัดศัตรูปาล์มน้ำมัน โดยวิธีผสมผสาน. กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 74 หน้า.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช : พื้นฐานและวิธีการใช้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 467 หน้า.

วารีรัตน์ เพชรสีช่วง. 2559. อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 59-61. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: http://hnc.co.th/Files/Name2/CONTENT548891076487.pdf (4 พฤศจิกายน 2560.)

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2547. วัชพืชในสวนปาล์มน้ำมันและการควบคุม. หน้า 115-119. ใน: เอกสารวิชาการ: ปาล์มน้ำมัน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถานีวิจัยลุ่มน้ำปากพนัง, มปป. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม 2561. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล:http://www.dnp.go.th/watershed/research/pakpanang_station.htm (19 พฤษภาคม 2561)

สุรกิตติ ศรีกุล ไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง ฐปนีย์ ทองบุญ สุธีรา ถาวรรัตน์ และ ธีรชาต วิชิตชลชัย. 2555. การพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=469&highlight=%E0%B8%9B%E0%B8%B2%E0%B8%A5%E0%B9%8C%E0%B8%A1 (19 พฤษภาคม 2561)

Mohamad R. B., W. Wibawa, M. Ghazali Mohayidin, A. B. Puteh, A.l Shukor Juraimi, Y. Awang and M. B. Mohd Lassim. 2010. Management of Mixed Weeds in Young Oil-palm Plantation with Selected Broad-Spectrum Herbicides. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 33 (2): 193 – 203.

Weed science society of America. 2007. Herbicide handbook Ninth Edition 2007.810 E.10th Street Lawrence, KS 660044-8897 U.S.A. 458P.

Table 1 Dominant and co-dominant weed species in oil palm at Pak Phanang River basin.

Weed species	Weed type	SDR (%)
สาบม่วง (*Praxelis clematidea* (Griseb.) R. M. King & H. Rob.)	broadleaf	29.7*
หญ้าขน (*Brachiaria mutica*)	grass	14.0
หญ้าตีนนก (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler)	grass	13.5
หญ้าเกล็ดปลา (*Phyla nodiflora* (L.) Greene)	broadleaf	12.1
หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (l.) link)	grass	9.1
หญ้าชันกาด (*Panicum repen* L.)	grass	6.2
หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum* Berg.)	grass	5.3
กกตุ้มหู (*Cyperus kyllingia* Endl.)	sedge	4.2
ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens* (L.) L.)	broadleaf	3.3
หนวดปลาดุก (*Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth)	sedge	2.6

*Sum dominance ratio (SDR) based on different weed species in oil palm

Table 2 Weed management practice of farmer in oil palm at Pak Phanang River basin.

Weed management	Number of farmers	%
Apply herbicide	0	0
Apply Herbicide and machine	3	30
Non- apply herbicide	7	70
Total	**10**	**100**

Table 3 Phytotoxicity of herbicides at 7 21 and 30 days after application in oil palm. (green house)

Treatment	Herbicide	Rate (ai/rai)	Phytotoxicity (Days after application)		
			7 DAA	21 DAA	30 DAA
1	flumioxazin + paraquat	20+110.4	7	6	2
2	flumioxazin + glufosinate	20+105	4	5	2
3	diuron + paraquat	120+110.4	6	6	6
4	diuron + glufosinate	120+105	3	4	2
5	indaziflam+ paraquat	12+110.4	3	3	3
6	indaziflam+ glufosinate	12+105	4	3	2
7	carfentrazone+ paraquat	8+110.4	8	7	5
8	carfentrazone+ glufosinate	8+105	5	4	2
9	oxyfluorfen+ paraquat	36+110.4	7	4	3
10	oxyfluorfen+ glufosinate	36+105	3	6	7
11	ethoxysulfuron+atrazine	8+360	1	1	1
12	ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	6	5	2
13	Untreated control	-	0	0	0

Remark

DAA = Day After Application

Phytotoxic

0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 = completely kill

Table 4 Number of oil palm frond at 0 30 60 and 90 days after application in green house condition.

Treatment	Herbicide	Rate (ai/rai)	Number of oil palm frond (frond per plant)			
			0 DAA*	30 DAA	60 DAA	90 DAA
1	flumioxazin + paraquat	20+110.4	8.7 a[1/]	9.0 a	10.7 a	11.3 a
2	flumioxazin + glufosinate	20+105	8.7 a	10.3 a	11.3 a	11.7 a
3	diuron + paraquat	120+110.4	8.7 a	9.0 a	9.7 a	10.7 a
4	diuron + glufosinate	120+105	9.3 a	9.7 a	10.7 a	11.3 a
5	indaziflam+ paraquat	12+110.4	9.3 a	9.3 a	10.7 a	11.7 a
6	indaziflam+ glufosinate	12+105	9.3 a	10.0 a	11.3 a	11.3 a
7	carfentrazone+ paraquat	8+110.4	8.7 a	10.0 a	10.7 a	11.3 a
8	carfentrazone+ glufosinate	8+105	9.3 a	10.0 a	11.3 a	11.7 a
9	oxyfluorfen+ paraquat	36+110.4	9.3 a	10.7 a	11.7 a	12.3 a
10	oxyfluorfen+ glufosinate	36+105	9.0 a	10.7 a	11.3 a	11.7 a
11	ethoxysulfuron+atrazine	8+360	9.0 a	10.7 a	11.3 a	11.3 a
12	ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	8.3 a	9.7 a	11.0 a	11.3 a
13	Untreated control	-	8.7 a	10.3 a	11.3 a	12.0 a
	C.V. (%)		11.8	11.2	7.3	6.6

[1/] Number followed by the same letter or no letter in a column are not significantly different at the 0.05 according to Duncan's test.

*DAA = Day After Application

Table 5 Efficacy of herbicide tank-mix for control over all weed in oil palm at 30 and 60 days after application in green house condition.

Treatment	Herbicide	Rate (ai/rai)	Efficacy at 30 DAA	Efficacy at 60 DAA
1	flumioxazin + glufosinate	20+105	9	8
2	diuron + glufosinate	120+105	10	7
3	indaziflam+ glufosinate	12+105	10	9
4	ethoxysulfuron+atrazine	8+360	5	4
5	ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	9	7
6	Untreated control	-	0	0

Efficacy

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control

10 = completely control

Table 6 Efficacy of herbicide tank-mix for control a weed species in oil palm at 30 and 60 days after application in green house condition.

Treatment	Herbicide	Rate (ai/rai)	30 DAA			60 DAA		
			prax	*Digi*	*Echi*	*prax*	*Digi*	*Echi*
1	flumioxazin + glufosinate	20+105	10	9	9	9	8	7
2	diuron + glufosinate	120+105	10	10	10	9	9	8
3	indaziflam+ glufosinate	12+105	10	9	10	10	8	9
4	ethoxysulfuron+atrazine	8+360	6	5	5	5	4	4
5	ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	10	9	10	9	7	9
6	Untreated control	-	0	0	0	0	0	0

Efficacy

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control

10 = completely control

Prax= Praxelis clematidea (Griseb.) R. M. King & H. Rob., *Digi =Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echi=Echinochloa colona* (l.) link

Table 7 Species and number of weed in untreated treatment at 30 days after application.

Weed species	Number (plant/m2)	%
Grass weeds		
Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler	62.5	30.6
Echinochloa colona (l.) link	41.5	20.3
Brachiaria mutica	8.0	3.9
Broadleaved weeds		
Praxelis clematidea (Griseb.) R. M. King & H. Rob.	57.5	28.1
Sedge		
Fimbristylis quinquangularis (Vahl) Kunth	4.0	2.0
Cyperus kyllingia Endl.	32.0	15.6
Total	**204.5**	**100.0**

Table 8 Phytotoxicity of herbicides at 15 and 30 days after application in oil palm.

Treatment	Herbicide	Rate (ai/rai)	Phytotoxicity (Days after application)	
			15 DAA*	30 DAA
1	flumioxazin + glufosinate	20+105	0	0
2	diuron + glufosinate	120+105	0	0
3	indaziflam+ glufosinate	12+105	0	0
4	ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	0	0
5	glyphosate	240	0	0
6	Hand weeding	-	0	0
7	Untreated control	-	0	0

Remark

*DAA = Day After Application

Phytotoxic

0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 = completely kill

Table 9 Efficacy of herbicides at 30 days after application in oil palm.

Herbicide	Rate (ai/rai)	Grass weeds			broadleave		sedge
		Digi	*Echi*	*Brac*	*Prax*	*Fim*	*Cype*
flumioxazin + glufosinate	20+105	9	8	8	10	10	9
diuron + glufosinate	120+105	9	9	8	10	10	9
indaziflam+ glufosinate	12+105	8	9	9	10	10	8
ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	8	9	8	10	10	6
glyphosate	240	9	9	8	10	10	10
Hand weeding	-	10	10	10	10	10	10
Untreated control	-	0	0	0	0	0	0

Efficacy

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control

10 = completely control

Prax= Praxelis clematidea (Griseb.) R. M. King & H. Rob., *Digi =Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echi=Echinochloa colona* (l.) link, *Bra=Brachiaria mutica, Cype= Cyperus kyllingia Endl, Fim= Fimbristylis quinquangularis* (Vahl)

Table 10 Efficacy of herbicides at 60 days after application in oil palm.

Herbicide	Rate (ai/rai)	Grass weeds			broadleave		sedge
		Digi	*Echi*	*Brac*	*Prax*	*Fim*	*Cype*
flumioxazin + glufosinate	20+105	7	7	7	9	9	7
diuron + glufosinate	120+105	8	8	7	9	9	8
indaziflam+ glufosinate	12+105	7	9	8	10	9	8
ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	7	8	7	10	9	4
glyphosate	240	8	8	7	9	9	9
Hand weeding	-	10	10	10	10	10	10
Untreated control	-	0	0	0	0	0	0

Efficacy

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control

10 = completely control

Prax= Praxelis clematidea (Griseb.) R. M. King & H. Rob., *Digi =Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echi=Echinochloa colona* (l.) link, *Bra=Brachiaria mutica, Cype= Cyperus kyllingia Endl, Fim= Fimbristylis quinquangularis* (Vahl)

Table 11 Number of weed at 30 days after application in oil palm.

Treatment	Rate (ai/rai)	Number of weeds (plant/m^2)					
		Digi	*Echi*	*Brac*	*Prax*	*Fim*	*Cype*
flumioxazin + glufosinate	20+105	0.3 a[1/]	0.0 a	0.5 a	0.0 a	0.0 a	0.5 a
diuron + glufosinate	120+105	0.0 a	0.0 a	0.3 a	0.0 a	0.0 a	0.5 a
indaziflam+ glufosinate	12+105	0.0 a	0.0 a	0.3 a	0.0 a	0.0 a	0.3 a
ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	0.3 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	9.0 b
glyphosate	240	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.5 a
Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Untreated control	-	62.5 b	41.5 b	8.0 b	57.5 b	4.0 b	32.0 c
C.V. (%)		**79.14**	**178.41**	**116.96**	**125.82**	**70.71**	**79.94**

[1/] Number followed by the same letter or no letter in a column are not significantly different at the 0.05 according to Duncan's test

Prax= Praxelis clematidea (Griseb.) R. M. King & H. Rob., *Digi =Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echi=Echinochloa colona* (l.) link, *Bra=Brachiaria mutica, Cype= Cyperus kyllingia Endl, Fim= Fimbristylis quinquangularis* (Vahl)

Table 12 Dry weight of weed at 30 days after application in oil palm.

Treatment	Rate (ai/rai)	Dry weight (g/m^2)					
		Dig	*Echi*	*Brac*	*Prax*	*Fim*	*Cype*
flumioxazin + glufosinate	20+105	6.0 a[1/]	0.0 a	3.0 a	0.0 a	0.0 a	5.0 a
diuron + glufosinate	120+105	0.0 a	0.0 a	1.5 a	0.0 a	0.0 a	3.0 a
indaziflam+ glufosinate	12+105	0.0 a	0.0 a	1.3 a	0.0 a	0.0 a	5.0 a
ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	3.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	21.5 b
glyphosate	240	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
Untreated control	-	256.3 b	135.0 b	39.8 b	37.5 b	27.5 b	52.5 c
C.V. (%)		**88.68**	**144.02**	**119.44**	**111.55**	**85.28**	**86.76**

[1/] Number followed by the same letter or no letter in a column are not significantly different at the 0.05 according to Duncan's test.

Prax= Praxelis clematidea (Griseb.) R. M. King & H. Rob., *Digi =Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Echi=Echinochloa colona* (l.) link, *Bra=Brachiaria mutica, Cype= Cyperus kyllingia Endl, Fim= Fimbristylis quinquangularis* (Vahl)

Table 13 Number of oil palm frond at 0 and 30 days after application.

Treatment	Herbicide	Rate (ai/rai)	Number of oil palm frond (frond per plant)		
			0 DAA*	30 DAA	60 DAA
1	flumioxazin + glufosinate	20+105	36.0 a[1/]	37.5 a	38.0 a
2	diuron + glufosinate	120+105	34.5 a	35.5 a	37.0 a
3	indaziflam+ glufosinate	12+105	35.0 a	36.0 a	37.0 a
4	ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	36.5 a	37.5 a	38.5 a
5	glyphosate	240	35.5 a	36.0 a	38.0 a
6	Hand weeding	-	37.3 a	38.0 a	40.0 a
7	Untreated control	-	36.5 a	37.0 a	40.0 a
	C.V. (%)		**6.51 a**	**5.04 a**	**7.25 a**

[1/] Number followed by the same letter or no letter in a column are not significantly different at the 0.05 according to Duncan's test.

*DAA = Day After Application

Table 14 Summary of weed control cost (bath/rai) in each treatment.

Treatment	Herbicide	Rate (ai/rai)	Cost of weed management (bath/rai)	%
1	flumioxazin + glufosinate	20+105	316	64.8*
2	diuron + glufosinate	120+105	285	68.3
3	indaziflam+ glufosinate	12+105	475	47.2
4	ethoxysulfuron+ glufosinate	8+105	425	52.1
5	glyphosate	240	125	86.1
6	Hand weeding (300bath/person use 3 people/rai)	-	900	100.0

*Percentage of reduction cost when compare with Hand weeding practices after application

Figure 1 survey and collected seed of weeds in oil palm at Pak Phanang Basin

flumioxazin + paraquat

flumioxazin + glufosinate

diuron + paraquat

diuron + glufosinate

indaziflam+ paraquat

indaziflam+ glufosinate

carfentrazone+ paraquat

carfentrazone+ glufosinate

oxyfluorfen+ paraquat

oxyfluorfen+ glufosinate

ethoxysulfuron+atrazine

ethoxysulfuron+ glufosinate

Control

Figure 2 Phytotoxicity in oil palm at 7 days after herbicide application

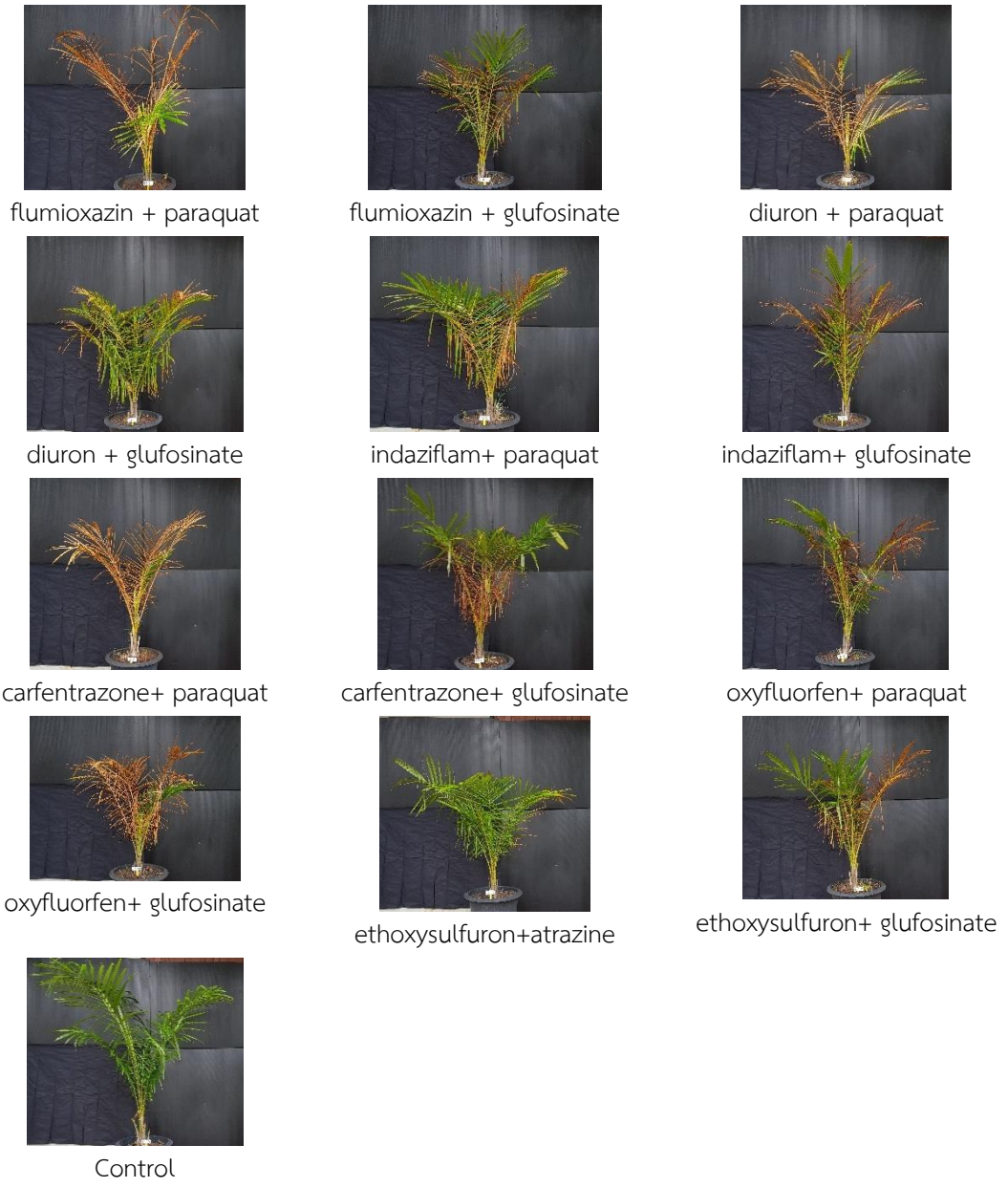


Figure 3 Phytotoxicity in oil palm at 21 days after herbicide application

diuron + glufosinate

indaziflam+ paraquat

indaziflam+ glufosinate

carfentrazone+ paraquat

carfentrazone+ glufosinate

oxyfluorfen+ paraquat

oxyfluorfen+ glufosinate

ethoxysulfuron+atrazine

ethoxysulfuron+ glufosinate

Control

Figure 4 Phytotoxicity in younger leaves of oil palm at 30 days after herbicide application

ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันเขตพื้นที่พรุ

Efficacy of herbicide for weed control in oil palm at Swamp areas

เทอดพงษ์ มหาวงศ์[1/] ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย[1/] ธัญชนก จงรักไทย[1/] อัณศยา พรมมา[1/]
ปรัชญา เอกฐิน[1/] เอกรัตน์ ธนูทอง[1/] อุษณีย์ จินดากุล[1/] สิริชัย สาธุวิจารณ์[2/]
ยุรวรรณ อนันตนมณี[2/] อมฤต ศิริอุดม[2/] จรัญญา ปิ่นสุภา[3/]
[1/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[3/]กลุ่มวิชาการ สถาบันพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Abstract

Weed management in oil palm in Swamp areas, Operated at Bacho and Su-ngi-padi district district, Narathiwat Province. Field trials was set up in 11 treatments with 3 replications in experiment of RCBD compare with hand weeding and untreated control. The result show 2 treatments of herbicide as pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL rate 5+ 240 g ai/rai and pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL 264 + 240 g ai/rai gave a good control of grass weed as *Paspalum conjugatum* Berg. Broad leave weed as *Melastoma malabathricum* L.. For treatments pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL 264 + 240 g ai/rai gave also show efficacy for control weeds with 60 Days after application. Moreover not affected to development of oil palm and no phytotoxic with oil palm in all treatments were applied the herbicides.

Keywords : Swamp areas, Herbicide, Oil palm

รหัสการทดลอง 01-118-60-01-04-00-04-63

บทคัดย่อ

การจัดการวัชพืชในปาล์มน้ำมันพื้นที่พรุ อ.บาเจาะ และ อ.สุไหงปาดี จ.นราธิวาส ในแปลงปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี วางแผนการทดลองแบบ RCBD 3 ซ้ำ 11 กรรมวิธี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช พบว่า สารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL 264+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum* Berg.) วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ โทะ (*Melastoma malabathricum* L.) ได้ในระดับดี แต่ในกรรมวิธีพ่นสาร pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL 264+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชดังกล่าวได้ดีและยาวนานถึง 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช มากไปกว่านั้น ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช ไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน และไม่มีผลกระทบต่อต้นปาล์มน้ำมัน โดยพบว่า จำนวนทางใบของปาล์มน้ำมันในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำหลัก : พื้นที่พรุ สารกำจัดวัชพืช ปาล์มน้ำมัน

คำนำ

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากเป็นพืชที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูง เมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น (กลุ่มวิจัยและพัฒนาพื้นที่ยางพาราและปาล์มน้ำมัน, 2550) ดังนั้น หลายประเทศในเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้จึงขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มการ ส่งออก โดยในปี 2008 มาเลเซียได้เพิ่มการส่งออกปาล์มน้ำมันเป็น 16.5 ล้านตันหรือ 11% ของปีที่ผ่านมา ส่วนอินโดนีเซียได้เพิ่มการ ส่งออกปาล์มน้ำมันเป็น 18 ล้านตันหรือ 12% ของปีที่ผ่านมา (Mekhilef, 2011) สำหรับประเทศไทยรัฐบาลมีนโยบายขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันให้มากขึ้น เพื่อทดแทนการนำเข้าน้ำมันดีเซล ทำให้ในปัจจุบันราคาปาล์มน้ำมันได้พุ่งสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูก ปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น จากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 3.89 ล้านไร่ ในปี 2552 เพิ่มเป็น 4.15 ล้านไร่ ในปี 2553 และเพิ่มเป็น 4.50 ล้านไร่ใน ปี 2554 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งมีสภาพดินฟ้าอากาศ เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมันอย่างยิ่ง จึงถูกมองว่าเป็นพื้นที่ควรลงทุนสร้างสวนปาล์มน้ำมันมากกว่าพื้นที่แห่งอื่นๆ จนก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ เพื่อการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะพื้นที่ป่าพรุ ซึ่งสภาพดินเป็นดินอินทรีย์มีความเป็นกรดสูงและอ่อนนุ่มทำให้การปลูกไม้ยืน ต้นชนิดต่างๆ ทำได้ยาก (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2552) แต่ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ดีในพื้นที่ดังกล่าว จึงทำให้เกิดการขยายตัวของปาล์มน้ำมันในพื้นที่ป่าพรุเพิ่มมากขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีความสนใจศึกษาวิธีการกำจัดวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่พรุ เนื่องจากพื้นที่พรุเป็นพื้นที่ที่กำลังมีการขยายตัวของปาล์มน้ำมันอย่างมากในปัจจุบัน เพื่อใช้หาวิธีการ

ที่เหมาะสมในการควบคุมวัชพืช หรือหาสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ เป็นทางเลือกให้เกษตรกร รวมทั้งใช้เป็นคำแนะนำของกลุ่มวิจัยวัชพืช ให้เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชได้ถูกต้อง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี และไม่กระทบต่อผลผลิต

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. สารกำจัดวัชพืช ได้แก่ ethoxysulfuron 15% WG 15% WG, pyrazosulfuron 10% WP 10% WP, carfentrazone 40% WG 40% WG, pendimethalin 33% W/V EC, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC, glyphosate 48% W/V SL, glufosinate 15% W/V SL และ paraquat 27.6% W/V SL
2. แบบสำรวจ
3. เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง หัวพ่นสารแบบปะทะ
4. ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปี

วิธีการ

ขั้นตอนที่1 สำรวจและรวบรวมชนิดวัชพืชในปาล์มน้ำมันเขตพื้นที่พรุจังหวัดนราธิวาส

สำรวจวัชพืชในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ป่าพรุจังหวัดนราธิวาส วิธีการสุ่มตัวอย่างวัชพืชในการสำรวจนั้นใช้แปลงสุ่ม (Sample plot) ขนาด 0.5 x 0.5 เมตร วางแปลงสุ่มโดยวิธี Unrestricted sampling method (Anonymous, 1982) ทำการสุ่ม 4 จุดต่อหนึ่งแปลง จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative 1339 characteristic) ของวัชพืชที่สำรวจพบในแปลงเพื่อจัดลำดับวัชพืชเด่น (dominant species) และวัชพืชรอง (co-dominant species) นั้นได้อาศัยค่าของ sum dominance ratio ซึ่งคำนวณได้จากค่า relative density และค่า relative frequency จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Relative density (RD)} = \frac{\text{Density for a species} \times 100}{\text{Total density for all species}}$$

$$\text{Relative frequency (RF)} = \frac{\text{Frequency value for a species} \times 100}{\text{Total frequency value for all species}}$$

$$\text{Sum dominant ratio (SDR)} = \frac{\text{RD} + \text{RF}}{2}$$

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกภาพ เก็บตัวอย่างวัชพืช
2. ชนิดและจำนวนต้นวัชพืช
3. เก็บเมล็ดวัชพืชที่เป็นวัชพืชหลักหรือวัชพืชเด่น (dominant species)

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนงอกต่อปาล์มน้ำมันในเรือนทดลอง (ปี 2563)

ขั้นตอนที่ 2.1 ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช ในสภาพเรือนทดลอง

นำเมล็ดวัชพืชที่เป็นวัชพืชเด่น (dominant species) และวัชพืชรอง (co-dominant species) ที่ขึ้นในแปลงปาล์มน้ำมันจากการสำรวจ (ขั้นตอนที่ 1) พร้อมทั้งเก็บดินที่จากแปลงปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่พื้นที่พรุจังหวัดนราธิวาส เพื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช โรยเมล็ดวัชพืชลงในกระบะขนาด 20X30x15 เซนติเมตร อย่างน้อย 3 ชนิด ชนิดละ 50 เมล็ด (เมล็ดสุกแก่) หลังจากนั้นพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัด (Fan type) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระบะ จำนวน 19 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
1. ethoxysulfuron 15% WG 15% WG	2.4
2. pyrazosulfuron 10% WP 10% WP	5
3. carfentrazone 40% WG 40% WG	8
4. pendimethalin 33% W/V EC	264
5. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28
6. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28
7. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28
8. carfentrazone 40% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8 + 8.28
9. pendimethalin 33% W/V EC 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28
10. ethoxysulfuron 15% WG + glyphosate 48% W/V SL	2.4 + 240
11. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240
12. carfentrazone 40% WG + glyphosate 48% W/V SL	8 + 240
13. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240
14. ethoxysulfuron 15% WG + glufosinate 15% W/V SL	2.4 + 105

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
15. pyrazosulfuron 10% WP + glufosinate 15% W/V SL	5 + 105
16. carfentrazone 40% WG + glufosinate 15% W/V SL	8 + 105
17. pendimethalin 33% W/V EC 33% W/V EC+ glufosinate 15% W/V SL	264 + 105
18. paraquat 27.6% W/V SL	110.4
19. ไม่กำจัดวัชพืช	-

หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี ทำการประเมินประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช โดยการให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้, 1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย, 4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง, 7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี และ 10 = ควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ที่ระยะ 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช
2. ชนิด จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช

ขั้นตอนที่ 2.2 ศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง (ปี 2563)

ปลูกกล้าปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 1 ปี ลงในกระถางขนาด 80x80x70 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 รองก้นหลุม ให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน หลังปลูกปาล์มน้ำมัน 1 เดือน จึงดำเนินการพ่นสารตามกรรมวิธี โดยพ่นสารลงบนต้นปาล์มน้ำมัน ด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบพัด (Fan Type) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระถาง จำนวน 19 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
1. ethoxysulfuron 15% WG 15% WG	2.4
2. pyrazosulfuron 10% WP 10% WP	5
3. carfentrazone 40% WG 40% WG	8
4. pendimethalin 33% W/V EC	264

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
5. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28
6. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28
7. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28
8. carfentrazone 40% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8 + 8.28
9. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28
10. ethoxysulfuron 15% WG + glyphosate 48% W/V SL	2.4 + 240
11. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240
12. carfentrazone 40% WG + glyphosate 48% W/V SL	8 + 240
13. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240
14. ethoxysulfuron 15% WG + glufosinate 15% W/V SL	2.4 + 105
15. pyrazosulfuron 10% WP + glufosinate 15% W/V SL	5 + 105
16. carfentrazone 40% WG + glufosinate 15% W/V SL	8 + 105
17. pendimethalin 33% W/V EC + glufosinate 15% W/V SL	264 + 105
18. paraquat 27.6% W/V SL	110.4
19. ไม่กำจัดวัชพืช	-

หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี ทำการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช โดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ

1 - 3 = เป็นพิษเล็กน้อยต่อพืชปลูก

4 – 6 = เป็นพิษปานกลางต่อพืชปลูก

7 - 9 = เป็นพิษรุนแรงต่อพืชปลูก

10 = พืชปลูกตาย

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. บันทึกภาพอาการเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นปาล์มน้ำมัน
2. ความเป็นพิษ ที่ระยะ 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 และ 120 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช
3. จำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น ที่ระยะ 0, 30, 60, 90 และ 120 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

เวลาและสถานที่

- ดำเนินการทดลองระหว่าง ปี 2563 - 2564 ณ เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

- สถานที่แปลงปาล์มน้ำมันของเกษตรกร อ.บาเจาะ และ อ.สุไหงปาดี จ.นราธิวาส (จำนวน 2 แปลงทดลอง)

- แปลงทดลองที่ 1 ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ.2564 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564

- แปลงทดลองที่ 2 ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ.2564 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สำรวจชนิดวัชพืชในปาล์มน้ำมันพื้นที่พรุ

จากการลงพื้นที่สำรวจวัชพืชในพื้นที่พรุบริเวณพรุโต๊ะแดงและพรุบาเจาะ จ.นราธิวาส จำนวน 16 แปลงพบว่า มีวัชพืชใบแคบ ได้แก่ หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum* Berg.) วัชพืชใบกว้าง ได้แก่ โคลงเคลงขนต่อม (*Clidemia hirta* (L.) D.Don.), โทะ (*Melastoma malabathricum* L.) วัชพืชประเภทกก ได้แก่ กก (*Cyperus spp.*), กระจูด (*Lepironia articalata* (Retz.) Domin และวัชพืชประเภทเฟิร์น ได้แก่ ลิเภา (*Lygodium microphyllum* Link), ลำเทง (*Stenochlaena palustris* (Burm.f.) Bedd.) (Figure 1)

จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristic) พบว่า วัชพืชเด่น (dominant species) ได้แก่ หญ้าเห็บ วัชพืชรอง (co-dominant species) ได้แก่ ลิเภา, กระจูด, กก, โทะ และโคลงเคลงขนต่อม (Table 1)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมันในสภาพเรือนทดลอง

พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช carfentrazone 40% WG อัตรา 8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ethoxysulfuron 15% WG + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 2.4+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL 264+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ethoxysulfuron 15% WG + glufosinate 15% W/V SL 2.4+105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, carfentrazone 40% WG + glufosinate 15% W/V SL อัตรา 8 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glufosinate 15% W/V SL 264 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ต้นปาล์มน้ำมันแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อย ทำให้ใบไหม้ในส่วนที่สัมผัสสารกำจัดวัชพืช

ในกรรมวิธีที่พ่นสาร carfentrazone 40% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8+8.28 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, carfentrazone 40% WG + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 8 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ pyrazosulfuron 10% WP 10% WP + glufosinate 15% W/V SL 5 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แสดงอาการเป็นพิษปานกลางต่อต้นปาล์มน้ำมัน โดยแสดง

อาการใบไหม้ในส่วนใบที่สัมผัสสาร ส่วนสารเปรียบเทียบ paraquat อัตรา 110.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แสดงอาการเป็นพิษรุนแรงต่อต้นปาล์มน้ำมัน ใบไหม้เกือบทั้งต้น

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช carfentrazone 40% WG อัตรา 8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ethoxysulfuron 15% WG + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 2.4+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL 264+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ethoxysulfuron 15% WG + glufosinate 15% W/V SL 2.4+105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, carfentrazone 40% WG + glufosinate 15% W/V SL อัตรา 8 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glufosinate 15% W/V SL 264 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ต้นปาล์มน้ำมันยังคงแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อย ใบไหม้ในส่วนที่สัมผัสสารกำจัดวัชพืช

ในกรรมวิธีที่พ่นสาร carfentrazone 40% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8+8.28 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, carfentrazone 40% WG + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 8 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ pyrazosulfuron 10% WP 10% WP + glufosinate 15% W/V SL 5 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ยังคงแสดงอาการเป็นพิษปานกลางต่อต้นปาล์มน้ำมัน โดยแสดงอาการใบไหม้ในส่วนใบที่สัมผัสสาร สารเปรียบเทียบ paraquat 27.6% W/V SL อัตรา 110.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แสดงอาการเป็นพิษรุนแรงต่อต้นปาล์มน้ำมัน ใบไหม้เกือบทั้งต้น

ที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช carfentrazone 40% WG อัตรา 8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ethoxysulfuron 15% WG + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 2.4+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL 264+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, carfentrazone 40% WG + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 8 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, ethoxysulfuron 15% WG + glufosinate 15% W/V SL 2.4+105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, carfentrazone 40% WG + glufosinate 15% W/V SL อัตรา 8 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glufosinate 15% W/V SL 264 + 105 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ต้นปาล์มน้ำมันยังคงแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อย ใบไหม้ในส่วนที่สัมผัสสารกำจัดวัชพืช แต่มีการแตกทางใบขึ้นใหม่เป็นปกติโดยที่ไม่แสดงอาการเป็นพิษ

สารเปรียบเทียบ paraquat 27.6% W/V SL อัตรา 110.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยต่อต้นปาล์มน้ำมัน และมีการแตกทางใบขึ้นใหม่เป็นปกติโดยที่ไม่แสดงอาการเป็นพิษ ที่ระยะ 120 วันหลังพ่นสาร พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช ต้นปาล์มน้ำมันไม่แสดงอาการเป็นพิษ ในส่วนที่สัมผัสสารกำจัดวัชพืชตรงใบที่ไหม้ แต่มีการแตกทางใบขึ้นใหม่เป็นปกติโดยที่ไม่แสดงอาการเป็นพิษ

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง

จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristic) พบว่า วัชพืชเด่น (dominant species) ได้แก่ หญ้าเห็บ วัชพืชรอง (co-dominant species) ได้แก่ ลิเภา, กระจูด, กก, โทะ และโคลงเคลงขนต่อม แต่เนื่องจากเมล็ดวัชพืชที่เก็บมามีการพักตัวและมีความงอกที่ต่ำ ได้จึงไม่ได้ทำการทดลองในวัชพืช 2 ชนิดนี้

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชและผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันในสภาพแปลง

แปลงทดลองที่ 1 อ.บาเจาะ จ.นราธิวาส

ชนิดและจำนวนวัชพืช

การสุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชในกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบวัชพืชจำนวน 184.5 ต้นต่อตารางเมตร แบ่งเป็นวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum* Berg.) จำนวน 137.3 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่น 74.0 เปอร์เซ็นต์ วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ โทะ (*Melastoma malabathricum* L.) จำนวน 48.0 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่น 48.0 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมัน

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชด้วยสายตา ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช ในทุกกรรมวิธี ไม่พบความเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันในทุกระยะการประเมิน เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 5)

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในสภาพแปลง

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้ในระดับดี ระดับ 9.5 คะแนน ในกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้ปานกลางระดับ 4 - 5 คะแนน ส่วนกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้เล็กน้อยที่ระดับ 1 - 3 คะแนน (Table 6)

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้ในระดับปานกลาง ระดับ 5 - 6 คะแนน ส่วนใน กรรมวิธี pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 5 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้เล็กน้อยที่ระดับ 1 - 3 คะแนน และในกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ (Table 6)

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชจำแนกเป็นชนิดวัชพืช ที่ระยะ 30 หลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าเห็บ และโทะ ได้ในระดับดี ระดับ 9 - 9.5 คะแนน ในกรรมวิธี pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าเห็บ ได้ในระดับปานกลางที่ 5 คะแนน แต่ในกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, กรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 5 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าเห็บ ได้เล็กน้อยที่ 1 - 3 คะแนน ส่วนโทะ pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถควบคุมได้ในระดับดี ที่ 9 คะแนน

กรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V EC อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 5 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการ

ควบคุมโทีะ ได้ปานกลางที่ 5 – 6 คะแนน ในกรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมโทีะได้ดี ที่ระดับ 9 – 9.5 คะแนน (Table 7)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช

จากการสุ่มนับจำนวนต้นวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีจำนวนต้นหญ้าเห็บเฉลี่ย 7.0 – 8.0 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธี pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนต้นหญ้าเห็บเฉลี่ย 37.3 – 41.3 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, กรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่มีจำนวนต้นหญ้าเห็บเฉลี่ย 54.3 – 75.3 ต้นต่อตารางเมตร และในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชมีจำนวนต้นหญ้าเห็บน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีจำนวนต้นหญ้าเห็บเฉลี่ย 137.3 ต้นต่อตารางเมตร ส่วนโทะ กรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 4.0 – 5.3 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่และ ที่มีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 10.7 – 17.3 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, กรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่มีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 20.0 – 26.7 ต้นต่อตารางเมตร และในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชมีจำนวนต้นโทะน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 48.0 ต้นต่อตารางเมตร (Table 8)

จากการชั่งน้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์

ต่อไร่ มีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บเฉลี่ย 2.52 – 3.15 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธี pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บเฉลี่ย 9.33 – 11.63 กรัมต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, กรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่มีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บเฉลี่ย 21.53 – 32.95 กรัมต่อตารางเมตร และในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชมีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บเฉลี่ย 61.25 กรัมต่อตารางเมตร ขณะที่ ทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช มีน้ำหนักแห้งโทะ น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีน้ำหนักแห้งโทะเฉลี่ย 20.88 กรัมต่อตารางเมตร (Table 8)

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพิจารณาจากการนับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น โดยทำการนับจำนวนทางใบก่อนพ่น และที่ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า ในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช มีจำนวนทางใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนทางใบอยู่ระหว่าง 26.0 - 29.0 และ 27.0 -30.0 ทางใบต่อต้น (Table 9)

แปลงทดลองที่ 2 อ.สุไหงปาดี จ.นราธิวาส

ชนิดและจำนวนวัชพืช

การสุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชในกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบวัชพืชจำนวน 120.0 ต้นต่อตารางเมตร แบ่งเป็นวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum* Berg.) จำนวน 77.3 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่น 65.0 เปอร์เซ็นต์ วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ โทะ (*Melastoma malabathricum* L.) จำนวน 42.7 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่น 35.0 เปอร์เซ็นต์ (Table 11)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อปาล์มน้ำมัน

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชด้วยสายตา ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช ในทุกกรรมวิธี ไม่พบความเป็นพิษต่อปาล์มน้ำมันในทุกระยะการประเมิน เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 12)

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในสภาพแปลง

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์

ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้ในระดับดี ระดับ 8.0 – 9.0 คะแนน ในกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้ปานกลางระดับ 4 - 6 คะแนน ส่วนกรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 5 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้เล็กน้อยที่ระดับ 3 คะแนน (Table 13)

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้ในระดับดี ระดับ 8.0 – 9.0 คะแนน ในกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้ปานกลางระดับ 4 - 5 คะแนน ส่วนกรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 5 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้เล็กน้อยที่ระดับ 1 - 3 คะแนน (Table 13)

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชจำแนกเป็นชนิดวัชพืช ที่ระยะ 30 หลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าเห็บ และโทะ ได้ในระดับดี ระดับ 7.3 - 9.8 คะแนน ในกรรมวิธี fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28

กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าเห็บ และโทะ ได้ในระดับปานกลางที่ 6.0 – 6.3 คะแนน ขณะที่กรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถควบคุมได้ในระดับดี ที่ 9.0 – 9.8 คะแนน (Table 14)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช

จากการสุ่มนับจำนวนต้นวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีจำนวนต้นหญ้าเห็บเฉลี่ย 1.3 – 6.7 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี กรรมวิธี pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, กรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่มีจำนวนต้นหญ้าเห็บเฉลี่ย 33.3 – 49.3 ต้นต่อตารางเมตร และในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชมีจำนวนต้นหญ้าเห็บน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีจำนวนต้นหญ้าเห็บเฉลี่ย 77.3 ต้นต่อตารางเมตร ส่วนโทะ กรรมวิธี pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 5.3 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, กรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่มีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 12.0 – 18.7 ต้นต่อตารางเมตร และ ที่มีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 10.7 – 17.3 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่มีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 20.0 ต้นต่อตารางเมตร และในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชมีจำนวนต้นโทะน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีจำนวนต้นโทะเฉลี่ย 42.7 ต้นต่อตารางเมตร (Table 15)

จากการชั่งน้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธี pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ

pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บเฉลี่ย 0.28 – 2.13 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG อัตรา 2.4 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pyrazosulfuron 10% WP อัตรา 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, pendimethalin 33% W/V อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่, กรรมวิธี ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 2.4 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธี pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC อัตรา 264 + 8.28 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ ที่มีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บเฉลี่ย 9.19 – 15.48 กรัมต่อตารางเมตร และในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชมีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งหญ้าเห็บเฉลี่ย 44.55 กรัมต่อตารางเมตร ขณะที่ ทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช มีน้ำหนักแห้งโทะน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีน้ำหนักแห้งโทะเฉลี่ย 16.28 กรัมต่อตารางเมตร (Table 16)

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพิจารณาจากการนับจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้น โดยทำการนับจำนวนทางใบก่อนพ่น และที่ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า ในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชและกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช มีจำนวนทางใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนทางใบอยู่ระหว่าง 26.0 - 29.0 และ 27.0 -30.0 ทางใบต่อต้น (Table 17)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

วัชพืชเด่น (dominant species) ที่พบในแปลงปาล์มน้ำมันพื้นที่พรุ ได้แก่ หญ้าเห็บ วัชพืชรอง (co-dominant species) ได้แก่ ลิเภา, กระจูด, กก, โทะ และโคลงเคลงขนต่อม

สารกำจัดวัชพืชที่สามารถแนะนำให้ใช้ในการกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันแทนการใช้ paraquat ได้แก่ 1. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 5 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ 2. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL อัตรา 264 + 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 จ.นราธิวาส ที่ให้ความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่ รวมไปถึงพาหนะสำหรับการเดินทางเพื่อเข้าดำเนินการในพื้นที่ทำงานวิจัยการทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในแปลงปาล์มน้ำมันพื้นที่พรุ ทำให้งานทดลองสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาพื้นที่ยางพาราและปาล์มน้ำมัน. 2550. *การจัดการพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันหลังน้ำท่วม*. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. รายการเศรษฐกิจการเกษตรเพื่อเกษตรกร เรื่อง “สศก. เดินสาย 3 จังหวัด ถกแนวทางการเปิดตลาดนำเข้าน้ำมันปาล์มภายใต้กรอบ AFTA”. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http:// www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=9323&filename=index. (22 เมษายน 2564)

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2552. *การปลูกปาล์มน้ำมันในดินพรุ*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http:// it.doa.go.th/palm/linkTechnical/ organic%20soil.html. (22 เมษายน 2564)

Mekhilef, S., Sigaa, S. and R. Saidur. 2011. *A review on palm oil biodiesel as a source of renewable fuel.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, p. 1937–1949.

Table 1 Effect of herbicides on phytotoxicity of oil plam at 30 60 and 90 days after application.

Treatment	Rate	Phytotoxicity [1/]		
	g ai/rai	30 DAA [2/]	60 DAA	90 DAA
ethoxysulfuron	2.4	0	0	0
pyrazosulfuron	5	0	0	0
carfentrazone	8	3	3	3
pendimethalin	264	0	0	0
fenozaprob-p-ethyl	8.28	0	0	0
ethoxysulfuron + fenozaprob-p-ethyl	2.4 + 8.28	0	0	0
pyrazosulfuron + fenozaprob-p-ethyl	5 + 8.28	0	0	0
carfentrazone + fenozaprob-p-ethyl	8 + 8.28	5	5	1
pendimethalin + fenozaprob-p-ethyl	264 + 8.28	0	0	0
ethoxysulfuron + glyphosate	2.4 + 240	1	1	0
pyrazosulfuron + glyphosate	5 + 240	1	1	1
carfentrazone + glyphosate	8 + 240	5	5	3
pendimethalin + glyphosate	264 + 240	1	1	0
ethoxysulfuron + glufosinate	2.4 + 105	2	2	1
pyrazosulfuron + glufosinate	5 + 105	5	5	1
carfentrazone + glufosinate	8 + 105	2	2	1
pendimethalin+glufosinate	264 + 105	3	3	1
paraquat	110.4	7	5	1
Untreated check	-	0	0	0

[1/] Phytotoxicity was assessed by visual rate from 0-10; 0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 = completely killed

[2/] DAA = Days after application

Table 2 Coordinates and Dominance weeds was found in the oil palm at Tou Dang and Bacho peat swamp forest in Narathiwat Province.

Field no	Coordinates		Location	Dominance weed
	Lat.	Long.		
1	06.0806	101.9584	Puyo Sup-district, Su-ngai kolok District	Hilo grass, *Clidemia hirta*, Sedge
2	06.0554	101.9795	Pasemus Sup-district, Su-ngai kolok District	String Ferns, Hilo grass, *Clidemia hirta*
3	06.0469	101.9717	Pasemus Sup-district, Su-ngai kolok District	Swamp fern, Sedge
4	06.0585	101.9938	Pasemus Sup-district, Su-ngai kolok District	Hilo grass, *Clidemia hirta*, Downy myrtle
5	06.0668	101.9960	Pasemus Sup-district, Su-ngai kolok District	Hilo grass, *Clidemia hirta*, Downy myrtle
6	06.2052	101.9027	Su-Ngai Padi Sup-district, Su-ngai kolok District	Hilo grass, Sedge
7	06.2356	101.9212	Su-Ngai Padi Sup-district, Su-ngai kolok District	Hilo grass, Sedge
8	06.2479	101.9263	Su-Ngai Padi Sup-district, Su-ngai kolok District	Hilo grass, Sedge
9	06.5240	101.7236	Takok Kian Sup-district, Mueang District	Blue rush, Sedge, String Ferns
10	06.5168	101.7275	Takok Kian Sup-district, Mueang District	Downy myrtle, Blue rush
11	06.4832	101.7307	Takok Kian Sup-district, Mueang District	Blue rush, Downy myrtle
12	06.5103	101.7166	Ba rea ti Sup-district, Bacho District	String Ferns, Hilo grass, Blue rush
13	06.5101	101.6996	Ba rea ti Sup-district, Bacho District	String Ferns, Blue rush
14	06.5034	101.6984	Ba rea ti Sup-district, Bacho District	String Ferns, Hilo grass, Blue rush
15	06.5006	101.7004	Lu poa sa ngor Sup-district, Bacho District	String Ferns, Blue rush
16	06.4705	101.7080	Ta por yor Sup-district, Yi ngor District	String Ferns, Blue rush

Table 3 Effected of herbicide to number of Leaves production in Green house.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Number of Leaves production				
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
1. ethoxysulfuron	2.4	11.0 a	11.0 a	11.3 a	12.7 a	14.3 a
2. pyrazosulfuron	5	10.3 a	10.3 a	10.7 a	12.3 a	14.7 a
3. carfentrazone	8	10.3 a	10.3 a	10.7 a	11.7 a	13.3 a
4. pendimethalin	264	10.0 a	10.0 a	10.0 a	10.7 a	13.3 a
5. fenozaprob-p-ethyl	8.28	9.7 a	9.7 a	9.7 a	10.0 a	12.7 a
6. ethoxysulfuron + fenozaprob-p-ethyl	2.4 + 8.28	9.7 a	9.7 a	10.0 a	10.7 a	13.3 a
7. pyrazosulfuron + fenozaprob-p-ethyl	5 + 8.28	10.0 a	10.0 a	10.3 a	11.0 a	12.3 a
8. carfentrazone + fenozaprob-p-ethyl	8 + 8.28	9.3 a	9.3 a	9.7 a	12.0 a	13.7 a
9. pendimethalin + fenozaprob-p-ethyl	264 + 8.28	9.3 a	9.3 a	9.7 a	11.3 a	13.3 a
10. ethoxysulfuron + glyphosate	2.4 + 240	10.0 a	10.0 a	10.3 a	12.3 a	14.3 a
11. pyrazosulfuron + glyphosate	5 + 240	9.3 a	9.3 a	9.7 a	10.0 a	13.3 a
12. carfentrazone + glyphosate	8 + 240	9.3 a	9.3 a	10.0 a	10.3 a	12.3 a
13. pendimethalin + glyphosate	264 + 240	9.7 a	9.7 a	10.0 a	12.0 a	13.7 a
14. ethoxysulfuron + glufosinate	2.4 + 105	10.0 a	10.0 a	10.7 a	11.0 a	12.3 a
15. pyrazosulfuron + glufosinate	5 + 105	10.0 a	10.0 a	10.0 a	11.7 a	12.3 a
16. carfentrazone + glufosinate	8 + 105	9.3 a	9.3 a	9.7 a	12.3 a	11.3 a
17. pendimethalin+glufosinate	264 + 105	10.0 a	10.0 a	10.3 a	11.7 a	13.0 a
18. paraquat	110.4	9.7 a	9.7 a	10.0 a	13.0 a	13.0 a
19. ไม่กำจัดวัชพืช	-	10.0 a	10.0 a	10.3 a	12.0 a	13.0 a
C.V. (%)		6.16	6.16	7.81	11.72	13.35

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 4 Weeds and weed number in control. Bacho district, Narathiwat Province.

Weed	Weed number (plant/m^2)	Percent
Narrow leaves Weed		
- หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum* Berg.)	137.3	74.0
Broadleaves Weed		
- โทีะ (*Melastoma malabathricum* L.)	48.0	26.0
Total	**185.3**	**100.0**

Table 5 Phytotoxicity at 15 and 30 Days after application. Bacho district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Phytotoxicity	
		15 DAA	30 DAA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	0	0
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	0	0
3. pendimethalin 33% W/V EC	264	0	0
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	0	0
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	0	0
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	0	0
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	0	0
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	0	0
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	0	0
10. Hand weeding	-		
11. Control	-		

Phytotoxicity level: 0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAA = Days after application

Table 6 Efficacy of total weed control in oil palm. Bacho district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy	
		30 DAA	60 DAA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	3.0	0.0
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	3.0	0.0
3. pendimethalin 33% W/V	264	1.0	1.0
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	2.0	2.0
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	3.0	2.0
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	4.0	2.0
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	5.0	3.0
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	9.5	2.0
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	9.5	6.0
10. Hand weeding	-	5.0	5.0
11. Control	-	-	-

Efficacy level: 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 7 Efficacy of weed control in oil palm at 30 Days after application.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy	
		Narrow leaves	Broad leave
		PASCO	MELMA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	3.0	5.0
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	3.0	5.0
3. pendimethalin 33% W/V EC	264	1.0	5.0
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	2.0	2.0
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	3.0	7.0
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	3.0	5.0
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	5.0	6.0
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	9.5	9.0
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	9.5	9.0
10. Hand weeding	-	5.0	5.0
11. Control	-	-	-

Efficacy level: 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 8 Effected of herbicide to number of weeds at 35 Days after application. Bacho district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Weed number (plant/m^2) 1/	
		Narrow leave	Broad leave
		PASCO	MELMA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	75.3 b	12.8 ab
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	63.3 b	21.3 b
3. pendimethalin 33% W/V EC	264	58.7 b	10.7 ab
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	54.3 b	22.0 b
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	65.3 b	20.0 b
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	73.3 b	22.7 b
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	37.3 ab	26.7 b
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	8.0 a	5.3 a
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	7.0 a	4.0 a
10. Hand weeding	-	41.3 ab	17.3 ab
11. Control	-	137.3 c	48.0 c
C.V. (%)		40.11	71.61

1/ Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 9 Effected of herbicide to weeds dry weight at 35 Days after application. Bacho district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Weed dry weight (g/m^2) [1/]	
		Narrow leaves	Broad leave
		PASCO	MELMA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	6.00 a	3.87 a
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	26.20 ab	6.52 a
3. pendimethalin 33% W/V EC	264	31.12 b	4.13 a
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	21.53 ab	8.73 a
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	26.13 ab	4.24 a
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	31.99 b	10.04 a
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	9.33 ab	8.15 a
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	2.52 a	5.29 a
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	3.15 a	3.13 a
10. Hand weeding	-	11.63 ab	9.37 a
11. Control	-	61.25 c	20.88 b
C.V. (%)		6	53.80

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 10 Effected of herbicide to number of Leaves production. Bacho district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Number of Leaves production [1/]	
		0 DAA	60 DAA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	27 a	29 a
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	27 a	29 a
3. pendimethalin 33% W/V EC 33% W/V EC	264	26 a	27 a
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	28 a	29 a
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	27 a	28 a
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	27 a	29 a
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	29 a	29 a
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	29 a	29 a
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	27 a	29 a
10. Hand weeding	-	28 a	30 a
11. Control	-	27 a	27 a
C.V. (%)		13.14	9.03

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 11 Weeds and weed number in control. Su-ngi-padi district, Narathiwat Province.

Weed	Weed number (plant/m^2)	Percent
Narrow leaves weed		
- *Paspalum conjugatum* Berg.	77.3	65.0
Broad leaves weed		
- *Melastoma malabathricum* L.	42.7	35.0
Total	120.0	100.0

Table 12 Phytotoxicity at 15 and 30 Days after application. Su-ngi-padi district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Phytotoxicity	
		15 DAA	30 DAA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	0	0
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	0	0
3. pendimethalin 33% W/V EC	264	0	0
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	0	0
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	0	0
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	0	0
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	0	0
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	0	0
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	0	0
10. Hand weeding	-		
11. Control	-		

Phytotoxicity level: 0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAA = Days after application

Table 13 Efficacy of total weed control in oil palm. Su-ngi-padi district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy	
		30 DAA	60 DAA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	4.0	1.0
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	5.0	2.0
3. pendimethalin 33% W/V	264	5.0	3.0
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	5.0	4.0
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	6.0	3.0
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	3.0	2.0
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	4.0	4.0
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	8.0	8.0
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	9.0	9.0
10. Hand weeding	-	-	-
11. Control	-	-	-

Efficacy level: 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 14 Efficacy of weed control in oil palm at 30 Days after application. Su-ngi-padi district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy	
		Narrow leaves	Broad leave
		PASCO	MELMA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	7.3	4.0
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	8.0	5.0
3. pendimethalin 33% W/V EC	264	7.3	5.0
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	6.0	6.0
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	6.3	6.0
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	7.3	5.0
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	8.0	5.0
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	8.0	9.0
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	9.0	9.8
10. Hand weeding	-	-	-
11. Control	-	-	-

Efficacy level: 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 15 Effected of herbicide to number of weeds at 35 Days after application. Su-ngi-padi district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Weed number (plant/m^2) 1/	
		Narrow leave	Broad leave
		PASCO	MELMA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	33.3 b	16.0 ab
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	48.0 b	12.0 ab
3. pendimethalin 33% W/V EC	264	40.0 b	12.0 ab
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	36.0 b	20.0 b
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	46.7 b	9.3 ab
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	41.3 b	13.3 ab
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	42.7 b	16.0 ab
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	6.7 a	5.3 a
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	1.3 a	12.0 ab
10. Hand weeding	-	49.3 b	18.7 ab
11. Control	-	77.3 c	42.7 c
C.V. (%)		33.26	51.56

1/ Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 16 Effected of herbicide to weeds dry weight at 35 Days after application. Su-ngi-padi district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Weed dry weight (g/m^2) 1/	
		Narrow leaves	Broad leave
		PASCO	MELMA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	10.99 b	5.51 a
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	10.85 b	4.84 a
3. pendimethalin 33% W/V EC	264	10.77 b	4.80 a
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	9.19 b	7.39 a
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	12.96 b	2.55 a
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	10.89 b	4.76 a
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	15.48 b	6.99 a
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	2.13 a	1.45 a
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	0.28 a	3.36 a
10. Hand weeding	-	14.12 b	5.16 a
11. Control	-	44.55 c	16.28 b
C.V. (%)		28.78	70.09

1/ Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 17 Effected of herbicide to number of Leaves production. Su-ngi-padi district, Narathiwat Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Number of Leaves production [1/]	
		0 DAA	60 DAA
1. ethoxysulfuron 15% WG	2.4	21 a	22 a
2. pyrazosulfuron 10% WP	5	17 a	15 a
3. pendimethalin 33% W/V EC 33% W/V EC	264	18 a	18 a
4. fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	8.28	19 a	20 a
5. ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	2.4 + 8.28	17 a	19 a
6. pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	5 + 8.28	19 a	19 a
7. pendimethalin 33% W/V EC + fenoxaprop-p-ethyl 6.9% W/V EC	264 + 8.28	19 a	21 a
8. pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 48% W/V SL	5 + 240	17 a	19 a
9. pendimethalin 33% W/V EC + glyphosate 48% W/V SL	264 + 240	17 a	19 a
10. Hand weeding	-	17 a	17 a
11. Control	-	19 a	19 a
C.V. (%)		16.31	15.34

[1/] Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

(a) (b)

(c) (d)

(e) (f)

Figure 1 Phytotoxicity of herbicides to oil plam 30 days after application

(a) ethoxysulfuron 15% WG 2.4 g ai/rai

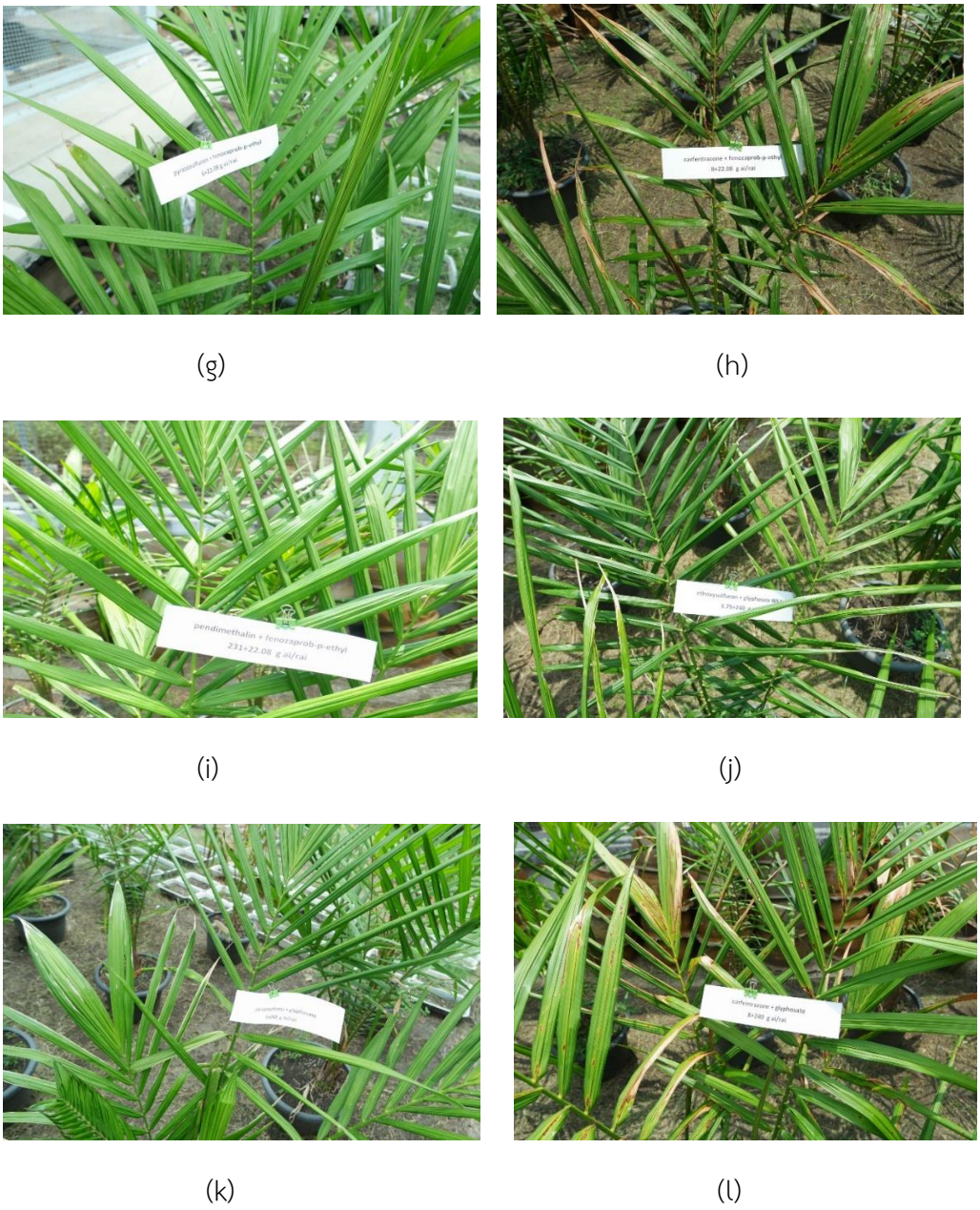
(b) pyrazosulfuron 10% WP 5 g ai/rai

(c) carfentrazone 40% WG 8 g ai/rai

(d) pendimethalin 33% EC 264 g ai/rai

(e) fenoxaprop-p-ethyl 8.28 g ai/rai

(f) ethoxysulfuron 15% WG + fenoxaprop-p-ethyl 2.4 + 8.28 g ai/rai



(g) (h)

(i) (j)

(k) (l)

Figure 1 Phytotoxicity of herbicides to oil plam 30 days after application (continue)

(g) pyrazosulfuron 10% WP + fenoxaprop-p-ethyl 5 + 8.28 g ai/rai

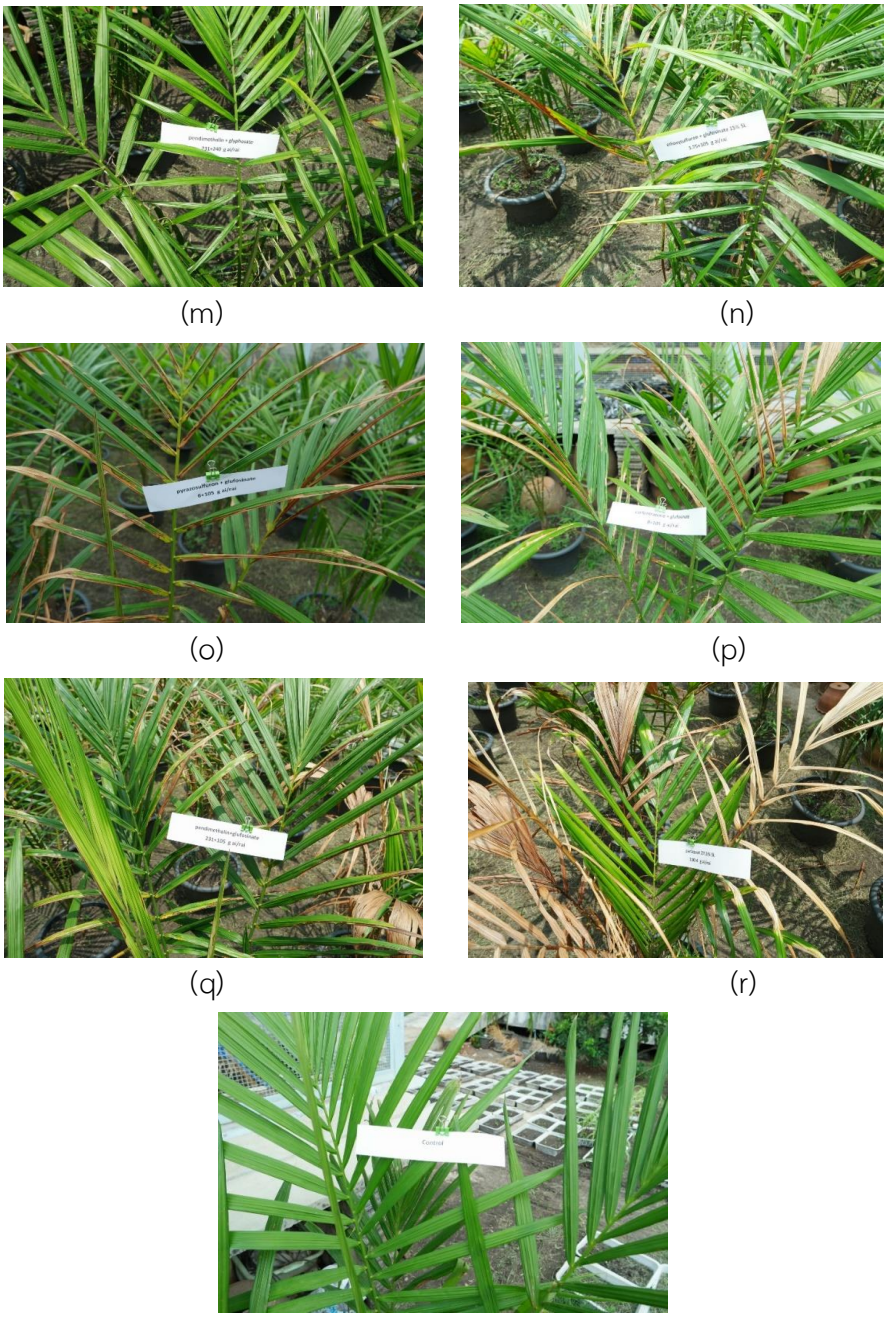
(h) carfentrazone 40% WG + fenoxaprop-p-ethyl 8 + 8.28 g ai/rai

(i) pendimethalin 33% EC + fenoxaprop-p-ethyl 264 + 8.28 g ai/rai

(j) ethoxysulfuron 15% WG + glyphosate 2.4 + 240 g ai/rai

(k) pyrazosulfuron 10% WP + glyphosate 5 + 240 g ai/rai

(l) carfentrazone 40% WG + glyphosate 8 + 240 g ai/rai



(m) (n)

(o) (p)

(q) (r)

(s)

Figure 1 Phytotoxicity of herbicides to oil plam 30 days after application (continue)

(m) pendimethalin 33% EC + glyphosate 264 + 240 g ai/rai

(n) ethoxysulfuron 15% WG + glufosinate 2.4 + 105 g ai/rai

(o) pyrazosulfuron 10% WP + glufosinate 5 + 105 g ai/rai

(p) carfentrazone 40% WG + glufosinate 8 + 105 g ai/rai

(q) pendimethalin 33% EC + glufosinate 264 + 105 g ai/rai

(r) paraquat 27.5% SL 110.4 g ai/rai

(s) control

Figure 2 Oil palm exploration in the swamp area of Toh Daeng and Pru Bacho, Narathiwat Province

(a) โทะ (*Melastoma malabathricum* L.)

(b) ลิเภา (*Lygodium microphyllum* Link)

(c) กระจูด (Lepironia articalata (Retz.) Domin

(d) โคลงเคลงขนต่อม (*Clidemia hirta* (L.) D.Don.)

Figure 3 Dominance weeds in the swamp area of Toh Daeng and Pru Bacho, Narathiwat Province

(E) กก (*Cyperus spp.*)

(F) ลำเทง (*Stenochlaena palustris* (Burm.f.) Bedd.)

(G) หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum* Berg.)

Figure 3 Dominance weeds in the swamp area of Toh Daeng and Pru Bacho, Narathiwat Province. (continue)

Figure 4 Bacho district, Narathiwat Province

Figure 5 Su-ngi-padi district, Narathiwat Province

การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชแบบผสม (tank mixture) ในข้าวโพดหวาน

Efficiency study of weed control herbicides tank mixture in sweet corn

ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย[1/] อมฤต ศิริอุดม[2/] ปรัชญา เอกฐิน[1/] อุษณีย์ จินดากุล[1/]

[1/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

[2/]กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Mixing two types of herbicides to increase the efficiency of weed control or to remove weeds that have already sprouted and weeds that have not yet sprouted in the soil. This allows farmers to save time and labor in spraying. Therefore, the purpose of this research is to find a tank mixture that is effective in eliminating weeds. Without affecting to sweet corn. The experiment was carried out at farmer plots, in Takhli District and Tak Fa District. Nakhon Sawan Province. The RCB experiment was planned with 3 repetitions, 16 methods. Methods 1-4 and 14 were sprayed after sweet corn planting while the soil is moist. And methods 5-13 were sprayed after sweet corn planting and weeds have 3-5 leaves. It was found that the spraying of herbicides between the compounds of dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin 45.5% CS, acetochlor 50% EC + flumioxazine 50% WP, acetochlor 50% EC + pendimethalin 45.5% CS, topramezone 33.6% SC + atrazine 50% SC, nicosulfuron 6% OD + atrazine 50% SC, nicosulfuron 6% OD + pendimethalin 45.5% CS and tembotrione 42% SC + atrazine 50% SC. Were effective in controlling weeds including: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.), *Echinochloa colona* (L.) Link), *Brachiaria reptans* (L.) C.A.Gardner & C.E.Hubb.), *Euphorbia heterophylla* L.) and *Cleome viscosa* L.). And had no effect on the growth of sweet corn. And had no effect when planting peanuts in the next season.

Keywords : herbicide, oil palm, sweet corn

รหัสการทดลอง 01-13-59-02-03-00-06-63

บทคัดย่อ

การนำสารกำจัดวัชพืชสองชนิดมาผสมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมชนิดวัชพืชได้มากขึ้น หรือเพื่อกำจัดวัชพืชที่งอกขึ้นมาแล้วและกำจัดวัชพืชที่ยังไม่งอกในดินได้ ทำให้เกษตรกรประหยัดเวลาและแรงงานในการพ่นสาร ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสารกำจัดวัชพืชแบบผสม (Tank Mixture) ที่มีประสิทธิภาพในกำจัดวัชพืชได้ดี ไม่ส่งผลกระทบต่อข้าวโพดหวาน โดยดำเนินการทดลองที่แปลงเกษตรกร อำเภอตาคลี และอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 16 กรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ 1-4 และ 14 พ่นสารหลังปลูกข้าวโพดหวาน ขณะดินมีความชื้น และกรรมวิธีที่ 5-13 พ่นหลังปลูกข้าวโพดหวาน และวัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมระหว่างสาร dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin 45.5% CS, acetochlor 50% EC + flumioxazine 50% WP, acetochlor 50% EC + pendimethalin 45.5% CS, topramezone 33.6% SC + atrazine 50% SC, nicosulfuron 6% OD + atrazine 50% SC, nicosulfuron 6% OD + pendimethalin 45.5% CS และ tembotrione 42% SC + atrazine 50% SC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าปากควาย ลูกใต้ใบ หญ้ายาง และผักเสี้ยนผี ได้ดี และไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน และไม่มีผลกระทบเมื่อปลูกถั่วลิสงตามในฤดูถัดไป

คำหลัก : สารกำจัดวัชพืชแบบผสม, ข้าวโพดหวาน

คำนำ

การใช้สารกำจัดวัชพืชของเกษตรกรมักจะใช้สารกำจัดวัชพืชเดี่ยว ๆ ไม่สามารถกำจัดวัชพืชได้ทุกชนิดและต้องกำจัดวัชพืชหลายครั้งในหนึ่งฤดูปลูก ทำให้สิ้นเปลืองและเสียเวลา ส่วนการใช้สาร 2 ชนิด มาผสมร่วมกันนั้นอาจมีปฏิกิริยาเสริมฤทธิ์ (synergism) ซึ่งกันและกัน สามารถกำจัดวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือ อาจก่อให้เกิดปฏิกิริยาการหักล้างกัน (antagonism) ขึ้นได้ ส่งผลให้ไม่สามารถกำจัดวัชพืชได้ หรืออาจมีผลกระทบต่อพืชปลูก หรือไม่ส่งผลใดๆ ซึ่งสดใสและคณะ (2550) พบว่าการใช้สาร pendimethalin, isoxaflutole + pendimethalin และ atrazine + pendimethalin ควบคุมหญ้าโขย่งได้ดี มีปริมาณหญ้าโขย่งต่ำสุด dimethenamid ควบคุมแห้วหมูและวัชพืชรวมทั้งหมดในข้าวโพดหวานและข้าวโพดได้ดีถึงดีมาก คือ 88 และ 92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Singh (2020) ศึกษาสารกำจัดวัชพืช saflufenacil ร่วมกับ glyphosate และ pendimethalin พบว่าการใช้ saflufenacil ที่ใช้เพียงอย่างเดียวมักจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในช่วงแรก ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชลดลงที่ระยะ 30 วันหลังจากพ่น แต่เมื่อนำสาร saflufenacil + pendimethalin มีประสิทธิภาพในการควบคุมได้ดีขึ้น ที่ระยะ 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร ส่วน Alfulaila *et al*. (2017) พบว่าการใช้สาร topramezone อัตรา 120 ml/ha ร่วมกับ atrazine อัตรา 2250 ml/ha ที่ระยะ 14, 28 และ 42 วัน

สามารถควบคุมวัชพืชในแปลงปลูกข้าวโพดได้ดีถึง 66.7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Lum (2005) ใช้ nicosulfuron อัตรา 150 และ 200 กรัม ai / ha สามารถควบคุมหญ้าคาได้ดีโดยใช้ที่ระยะ 1-2 สัปดาห์หลังปลูก ในขณะที่ Dobbels and George (1993) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชของสาร nicosulfuron ร่วมกับ 2,4-D, dicamba, bromoxynil, bentazon + atrazine, bentazon + bromoxynil และ dicamba + atrazine โดยใช้สาร nicosulfuron ที่อัตรา 24 และ 35 g/ha พบว่าสามารถควบคุมหญ้าหางหมาจิ้งจอกได้ถึง 98 – 100 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ nicosulfuron 35 g/ha ร่วมกับสารอื่น สามารถควบคุมหญ้าสาบได้ดี สอดคล้องกับ Jinwei Zhang *et al*. (2013) ได้พ่นสาร nicosulfuron, mesotrione, topramezone และ mesotrione/nicosulfuron หลังวัชพืชงอกมีจำนวนใบ 2-5 ใบ การพ่น topramezone และ nicosulfuron สามารถกำจัดวัชพืชประเภทใบแคบและประเภทใบกว้างได้ถึง 67 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีผลกระทบต่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และ Zheng Li *et al*. (2020) ศึกษาการใช้สารกำจัดวัชพืช nicosulfuron 4% SC, mesotrione 10% SC, mesotrione/nicosulfuron 10.5% OD และ topramezone 33.6% SC พ่นหลังวัชพืชงอกมีจำนวนใบ 3-8 ใบ สามารถกำจัดวัชพืชในข้าวโพดได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาโดยการนำสารกำจัดวัชพืชสองชนิดมาผสมกัน ไม่ว่าจะเป็นสารประเภทก่อนวัชพืชงอกสองชนิดมาผสมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมชนิดวัชพืชได้มากขึ้น หรือการนำสารกำจัดวัชพืชระหว่างประเภทก่อนและหลังวัชพืชงอกมาผสมกัน เพื่อกำจัดวัชพืชที่งอกขึ้นมาแล้วและสามารถกำจัดวัชพืชที่ยังไม่งอกในดินได้ ทำให้เกษตรกรประหยัดเวลาและแรงงานในการพ่นสาร อีกทั้งยังเป็นการลดการใช้สารกำจัดวัชพืชได้อีก และไม่มีผลกระทบต่อพืชปลูกอื่น ๆที่ปลูกตามในฤดูถัดไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน พันธุ์ Hibrix3 และ ถั่วลิสงพันธุ์ kk4418
- สารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี
- ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 และ สูตร 46-0-0
- สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง
- เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นรูปพัด
- เครื่องชั่งตวงสารเคมี
- ป้ายปักแปลง และถุงกระดาษ

วิธีการ

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบความเป็นพิษและประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชแบบผสม (tank mixture) ในข้าวโพดหวาน (ปี 2563)

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 16 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร dimethenamid-p 72% EC + saflufenacil 70% WG
อัตรา 180+12 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร dimethenamid-p 72% EC+ pendimethalin 45.5% CS
อัตรา 180+273 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร acetochlor 50% EC + flumioxazine 50% WP
อัตรา 350+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร acetochlor 50% EC + pendimethalin 45.5% CS
อัตรา 350+273 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร topramezone 33.6% SC + atrazine 50% SC
อัตรา 10.08+250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร topramezone 33.6% SC + pendimethalin 45.5% CS
อัตรา 10.08+273 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร topramezone 33.6% SC + saflufenacil 70% WG
อัตรา 10.08+14 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 8 พ่นสาร nicosulfuron 6% OD + atrazine 50% SC
อัตรา 12 +250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 9 พ่นสาร nicosulfuron 6% OD + pendimethalin 45.5% CS
อัตรา 12 +273 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 10 พ่นสาร nicosulfuron 6% OD + saflufenacil 70% WG
อัตรา 12 +10.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 11 พ่นสาร tembotrione 42% SC + atrazine 50% SC
อัตรา 16.8 +250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 12 พ่นสาร topramezone 33.6% SC อัตรา 6.72 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 13 พ่นสาร nicosulfuron 6% OD อัตรา 12 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธที่ 14 พ่นสาร atrazine 90 % WG อัตรา 414 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
(กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร)
กรรมวิธีที่ 15 การกำจัดวัชพืชแรงงาน
กรรมวิธีที่ 16 ไม่กำจัดวัชพืช

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

เตรียมดินโดยใช้รถไถ ทำการไถดะด้วยผาล 3 จำนวน 1 ครั้ง ไถแปรด้วยผาล 7 จำนวน 1 ครั้ง และทำการไถพรวนเพื่อยกร่อง โดยมีขนาดความกว้างของร่องที่ใช้ปลูกข้าวโพด 1.2 เมตร ระยะห่างระหว่างร่อง 70 เซนติเมตร แบ่งแปลงย่อยขนาด 5 x 6 เมตร หยอดเมล็ดข้าวโพด 3 จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม ลงในแต่ละแปลงย่อย ระยะปลูกระหว่างแถว 0.8 เมตร ระหว่างต้น 0.2 เมตร หลังปลูกให้น้ำเพื่อดินมีความชื้น

พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีที่ 1-4 และ 13 หลังปลูกข้าวโพด ขณะที่ดินมีความชื้น โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นรูปพัด ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ และพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีที่ 5-10 หลังปลูกข้าวโพด 14 วัน หรือวัชพืชงอกมีจำนวนใบ 3-5 ใบ โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นรูปพัด ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ส่วนกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีที่ 11-12 หลังปลูกข้าวโพด 3 สัปดาห์ หรือวัชพืชงอกมีความสูงไม่เกิน 15 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นรูปพัด ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 14 การกำจัดวัชพืชแรงงาน ที่ระยะ 15, 30 และ 45 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และหากมีการระบาดของโรคแมลงศัตรูพืช ให้ใช้คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

จากนั้นโดยประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช: ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้, 1-3 = ควบคุมได้เล็กน้อย, 4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง, 7-9 = ควบคุมได้ดี และ 10 = ควบคุมได้สมบูรณ์

บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 15, 30 และ 45 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช แยกวัชพืชเป็นชนิด ประเภทวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก

ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก: ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตามตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก, 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย, 4-6 = เป็นพิษปานกลาง, 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 พืชปลูกตาย

บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างและจำแนกชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืชจากทุกๆ กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5x0.5 เมตร ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยแยกวัชพืชเป็นชนิด ประเภทวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก และเก็บเกี่ยวผลผลิต ในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 3 x 3 เมตร

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1) คะแนนประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูกที่ระยะ 7, 15, 30 และ 45 วันหลังพ่นสาร

2) ชนิดวัชพืช/น้ำหนักแห้งของวัชพืช

3) ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกและปอกเปลือกเป็นกิโลกรัมต่อไร่

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบผลของสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมในข้าวโพดหวานต่อถั่วลิสงที่ปลูกตามหลัง (ปี 2564)

เลือกสารกำจัดวัชพืชในขั้นตอนที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้ดีและไม่เป็นพิษต่อข้าวโพดหวาน อย่างน้อย 5 กรรมวิธี มาทดสอบผลกระทบต่อถั่วลิสงที่ปลูกตาม เปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชแรงงาน และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร dimethenamid-p 72% EC+pendimethalin 45.5% CS อัตรา 180+273 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร acetochlor 50% EC+ flumioxazine 50% WP
อัตรา 350+15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร acetochlor 50% EC+pendimethalin 45.5% CS
อัตรา 350+273กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร topramezone 33.6% SC+ atrazine 90% WG
อัตรา 10.08+315 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร nicosulfuron 6% OD+ atrazine 90% WG
อัตรา 12 +315 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร tembotrione 42% SC + atrazine 90% WG
อัตรา 16.8 +315 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 7 กำจัดวัชพืชแรงงาน

กรรมวิธีที่ 8 ไม่กำจัดวัชพืช

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. การเตรียมแปลงข้าวโพด : เตรียมดินโดยใช้รถไถ ทำการไถดะด้วยผาล 3 จำนวน 1 ครั้ง ไถแปรด้วยผาล 7 จำนวน 1 ครั้ง และทำการไถพรวนเพื่อยกร่อง โดยมีขนาดความกว้างของร่องที่ใช้ปลูกข้าวโพด 1.2 เมตร ระยะห่างระหว่างร่อง 70 เซนติเมตร แบ่งแปลงย่อยขนาด 5 x 6 เมตร หยอดเมล็ดข้าวโพด จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม ลงในแต่ละแปลงย่อย ระยะปลูกระหว่างแถว 0.8 เมตร ระหว่างต้น 0.2 เมตร หลังปลูกให้น้ำเพื่อดินมีความชื้น พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีที่ได้คัดเลือกมาจากขั้นตอนที่ 1 คือ กรรมวิธีที่ 1-3 พ่นสารหลังปลูกข้าวโพดหวาน และกรรมวิธีที่ 4-6 พ่นสารหลังปลูกข้าวโพด วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นรูปพัด ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ส่วนการกำจัดวัชพืชแรงงาน ที่ระยะ 15, 30 และ 45 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และหากมีการระบาดของโรคแมลงศัตรูพืชให้ใช้คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

จากนั้นโดยประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช: ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้, 1-3 = ควบคุมได้เล็กน้อย, 4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง, 7-9 = ควบคุมได้ดี และ 10 = ควบคุมได้สมบูรณ์

บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 15, 30 และ 45 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช แยกวัชพืชเป็นชนิด ประเภทวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก

ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก: ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตามตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก, 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย, 4-6 = เป็นพิษปานกลาง, 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 พืชปลูกตาย

บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างและจำแนกชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืชจากทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5x0.5 เมตร ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยจำแนกวัชพืชเป็นชนิดประเภทวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก

- วัดความสูง ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร และก่อนเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวผลผลิตในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 3 x 3 เมตร

- สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงก่อนและหลังพ่นสารเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสารตกค้าง

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1) คะแนนประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช

2) ชนิดวัชพืช/น้ำหนักแห้งของวัชพืช

3) ความสูงต้น

4) องค์ประกอบผลผลิต เช่น นับจำนวนฝัก และความยาวฝักทั้งเปลือกและปอกเปลือก ข้าวโพดเฉลี่ยจาก 10 ต้น และผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกและปอกเปลือกเป็นกิโลกรัมต่อไร่

5) ต้นทุนการจัดการวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี

2. เตรียมแปลงถั่วลิสง: หลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด ให้เตรียมดินโดยการไถพรวนให้ดินมีความละเอียดในแปลงเดิมที่ปลูกข้าวโพดในแต่ละกรรมวิธีทันทีหลังจากเก็บเกี่ยว แล้วปลูกถั่วลิสง โดยใช้ระยะปลูก 50 x 20 เซนติเมตร จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม หลังวัชพืชงอกกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ให้น้ำ ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และหากมีการระบาดของโรคแมลงศัตรูพืช ให้ใช้คำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก: ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก, 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย, 4-6 = เป็นพิษปานกลาง, 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 พืชปลูกตาย
บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 15, 30 และ 45 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

การเจริญเติบโต ด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่มของถั่วลิสง ผลผลิต และสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองก่อนและหลังพ่นสารเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสารตกค้าง

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1) ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก ที่ระยะ 7, 15, 30, และ 45 วันหลังพ่นสาร

2) การเจริญเติบโตของพืชปลูก: การเจริญเติบโต ด้านความสูง

3) ผลผลิต

เวลาและสถานที่

แปลงเกษตรกร อำเภอตาคลี และอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่าง เดือนตุลาคม 2563 - กันยายน 2564

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองปี 2563

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมต่อข้าวโพดหวาน เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 แปลงทดลอง โดยที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ในกรรมวิธีที่พ่นสาร dimethenamid-p 72% EC + saflufenacil 70% WG อัตรา 180+12 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบอาการเป็นพิษต่อข้าวโพดหวานเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยอาการเป็นพิษจะเห็นได้ชัดเจนขึ้น เมื่อข้าวโพดมีการเจริญเติบโต ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ข้าวโพดจะมีอาการใบม้วนและบิดเบี้ยว เมื่อใบคลี่พบว่าขอบใบและส่วนของปลายใบเป็นสีน้ำตาลมีอาการแคระแกร็น เมื่อมีการใส่ปุ๋ยสามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนกรรมวิธีพ่นสาร dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin 45.5% CS อัตรา 180+273 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสาร acetochlor 50% EC + pendimethalin 45.5% CS อัตรา 200+273 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีพ่นสาร topramezone 33.6% SC + pendimethalin 45.5% CS อัตรา 8.4+273 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เป็นพิษเล็กน้อยต่อข้าวโพด แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต (Table 1)

การประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชจำแนกเป็นชนิด โดยวัชพืชหลักที่พบในแปลงทั้ง 2 อำเภอ ได้แก่ หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนนก หญ้าปากควาย หญ้ายาง ผักเสี้ยนผี ลูกใต้ใบ ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 แปลงทดลอง คือ กรรมวิธีพ่นสาร dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin, acetochlor + flumioxazine , acetochlor + pendimethalin, topramezone + atrazine, topramezone + pendimethalin, topramezone + saflufenacil, nicosulfuron + atrazine, nicosulfuron + pendimethalin และ tembotrione + atrazine มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชทุกชนิดข้างต้นได้ดีถึงสมบูรณ์ (Table 2)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช พบว่าสอดคล้องกับประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร โดยกรรมวิธีพ่นสาร dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin, acetochlor + flumioxazine, acetochlor + pendimethalin, topramezone + atrazine, topramezone + pendimethalin, nicosulfuron + atrazine, nicosulfuron + pendimethalin และ tembotrione + atrazine สามารถลดจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าปากควาย ลูกใต้ใบ หญ้ายาง และผักเสี้ยนผี ได้น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 3 และ Table 4) เมื่อพิจารณาผลผลิตของข้าวโพดทั้งเปลือกและปอกเปลือกพบว่า เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 แห่ง โดยกรรมวิธีที่พ่นสาร dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin, acetochlor + flumioxazine, topramezone + atrazine, topramezone + pendimethalin, nicosulfuron + atrazine และ tembotrione + atrazine มีผลผลิตข้าวโพด มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 5)

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมระหว่างสารกำจัดวัชพืชประเภทใช้ก่อนและหลังวัชพืชงอกในข้าวโพดหวาน พ่นหลังปลูกข้าวโพดหวาน โดยการพ่นทับไปที่ต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความเป็นพิษน้อยถึงไม่เป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อข้าวโพดหวานร่วมกับประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี สารกำจัดวัชพืชที่มีแนวโน้มที่จะนำไปทำการทดลองต่อ ได้แก่ dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin, acetochlor + flumioxazine, acetochlor + pendimethalin, topramezone + atrazine,, nicosulfuron + atrazine และ tembotrione + atrazine

ผลการทดลองปี 2564

ชนิดและปริมาณของวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืชในแปลงทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในถั่วลิสง ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารแปลงทดลองที่ อำเภอตากฟ้า และอำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์ พบวัชพืชจำนวน 5 ชนิด แบ่งเป็นวัชพืชใบแคบ 3 ชนิด ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนติด วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ หญ้ายาง และผักเสี้ยนผี (Table 6)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อข้าวโพดหวาน ที่ระยะ 7, 15, 30 และ 45 วันหลังพ่นสารแปลทดลอง อำเภอตากฟ้า และอำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์ ไม่พบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อข้าวโพดหวานทั้ง 2 แปลงทดลอง ในทุกช่วงของการประเมิน (Table 7)

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า แปลงทดลองอำเภอตากฟ้า และอำเภอตาคลี มีผลการทดลองประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ในระดับดีถึงสมบูรณ์ มีคะแนนจาการประเมินอยู่ระหว่า 7-10 คะแนน โดยสามารถควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนติด และวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ หญ้ายาง และผักเสี้ยนผี ได้เช่นเดียวกันทั้ง 2 แปลง (Table 8)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

แปลงทดลองอำเภอตากฟ้า พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมทุกกรรมวิธี และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนต้นวัชพืช หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนกา ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-8.3 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 47.3-56.0 ต้นต่อตารางเมตร ส่วนจำนวนต้นวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ ผักเสี้ยนผี พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร tembotrione + atrazine มีจำนวนต้นผักเสี้ยนผี 13.0 ต้นต่อตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร acetochlor+flumioxazin, nicosulfuron+atrazine และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ ที่มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-2.0 ต้นต่อตารางเมตร จำนวนต้นหญ้ายาง พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมและกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนต้นหญ้ายางอยู่ระหว่าง 0.0-5.0 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีพ่นสาร dimethenamid-p+pendimethalin ที่มีจำนวนต้น 12.0 ต้นต่อตารางเมตร ทุกกรรมวิธีที่กำจัดวัชพืชมีจำนวนต้นผักเสี้ยนผี และหญ้ายาง อยู่ระหว่าง 0.0-13.0 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัด

วัชพืช ที่มีจำนวนต้นอยู่ 46.7 และ 27.7 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ น้ำหนักแห้งวัชพืช พบว่า น้ำหนักแห้งหญ้าตีนนก และหญ้าตีนติด ในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมทุกกรรมวิธี และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 0.0-7.2 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนน้ำหนักแห้งหญ้านกสีชมพู ผักเสี้ยนผี และหญ้ายาง พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร tembotrione + atrazine มีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 17.2-28.2 มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (Table 9 และ 10)

แปลงทดลองอำเภอตาคลี พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมทุกกรรมวิธี และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนต้นวัชพืช หญ้านกสีชมพู ผักเสี้ยนผี และหญ้ายาง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-8.7 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 30.7-44.5 ต้นต่อตารางเมตร ส่วนจำนวนต้นหญ้าตีนนก พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร tembotrione + atrazine มีจำนวนต้นหญ้าตีนนก 12.5 ต้นต่อตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร dimethenamid-p+pendimethalin, acetochlor+flumioxazin, acetochlor+ pendimethalin และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ จำนวนต้นหญ้าตีนติด พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร nicosulfuron+atrazine มีจำนวนต้นหญ้าตีนติด 18.0 ต้นต่อตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร dimethenamid-p+pendimethalin, acetochlor+flumioxazin, acetochlor+ pendimethalin และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ ที่มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-9.3 ต้นต่อตารางเมตร ทุกกรรมวิธีที่กำจัดวัชพืชมีจำนวนต้นหญ้าตีนนก และหญ้าตีนติด อยู่ระหว่าง 0.0-18.0 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีจำนวนต้นอยู่ 50.1 และ 46.3 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ น้ำหนักแห้งวัชพืช พบว่า น้ำหนักแห้งหญ้าตีนติด ผักเสี้ยนผี และหญ้ายาง ในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสม และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 0.0-10.8 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนน้ำหนักแห้งหญ้าตีนนก และหญ้านกสีชมพู พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร tembotrione + atrazine มีน้ำหนักแห้งมากกว่ากรรมวิธีอื่น ทุกกรรมวิธีที่กำจัดวัชพืชมีน้ำหนักแห้งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 45.3-62.1 กรัมต่อตารางเมตร (Table 9 และ 10)

ผลผลิตของข้าวโพดหวาน *แปลงทดลองที่ อำเภอตากฟ้า และอำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์* พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชและกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีน้ำหนักผลผลิตซังทั้งเปลือก และปอกเปลือก โดยน้ำหนักทั้งเปลือก ของแปลงทดลองที่ อำเภอตากฟ้า และอำเภอตาคลี อยู่ระหว่าง 2,465-3,061 และ 2,418-2,991 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักปอกเปลือก อยู่ระหว่าง 1,682-1,913 และ 1,779-1,921 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชตามลำดับ (Table 11)

ผลของสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมในข้าวโพดหวานต่อถั่วลิสงที่ปลูกตามหลัง

หลังจากทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงข้าวโพดหวานแล้ว 14 วัน ทำการไถเตรียมดินและปลูกถั่วลิสงในกรรมวิธีเดิมที่ปลูกข้าวโพดหวาน พบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดลองไม่พบความเป็นพิษของสาร

กำจัดวัชพืชต่อถั่วลิสงที่ปลูกตามข้าวโพดหวาน ที่ระยะ 7, 15, 30 และ 45 วันหลังพ่นสาร ของแปลงทดลองที่ อำเภอตากฟ้า และอำเภอตาคลี ไม่พบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วลิสงทั้ง 2 แปลงทดลอง ในทุกช่วงของการประเมิน ถั่วลิสงมีการงอกอย่างสม่ำเสมอ (Table 12) เมื่อพิจารณาถึงการเจริญเติบด้านความสูงและผลผลิตถั่วลสง พบว่า ผลของสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมต่อความสูงของถั่วลิสงที่ปลูกตามข้าวโพดหวาน แปลงทดลองที่ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ความสูงที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร และขณะเก็บเกี่ยว ในทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกันทั้ง 2 แปลงทดลอง (Table 13)

ส่วนผลของสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมต่อผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกตามข้าวโพดหวาน แปลงทดลองที่ อำเภอตากฟ้า และอำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีผลผลิตถั่วลิสงไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 281.3-297.4 และ 285.0-332.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 14)

ต้นทุนการจัดการวัชพืช

การคิดต้นทุนการกำจัดวัชพืชจะเห็นได้ว่าการกำจัดวัชพืชด้วยมือ(แรงงาน) มีต้นทุนการจัดการวัชพืชมากที่สุด เฉลี่ยไร่ละ 2,400 บาท (ค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาท/วัน/8 ชั่วโมง) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารกำจัดวัชพืชและเมื่อพิจารณาต้นทุนการพ่นสารกำจัดวัชพืช (รวมถึงค่าจ้างพ่นสารถังละ 50 บาท) แต่ละชนิดร่วมกับประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin 45.5% CS, acetochlor 50% EC + flumioxazine 50% WP, acetochlor 50% EC + pendimethalin 45.5% CS, topramezone 33.6% SC + atrazine 50% SC, nicosulfuron 6% OD + atrazine 50% SC และ tembotrione 42% SC + atrazine 50% SC มีต้นทุนการกำจัดวัชพืชเฉลี่ยระหว่าง 345-765 บาทต่อไร่ (Table 15) ซึ่งมีต้นทุนต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยมือ(แรงงาน) การลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชลงนั้น หมายถึงกำไรสุทธิที่เกษตรกรจะได้รับเพิ่มขึ้นจากวิธีการเดิม ๆ ที่เคยปฏิบัติมา และการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ (Table 15)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การใช้สารกำจัดวัชพืชคู่ผสมในการควบคุมวัชพืชในข้าวโพดหวาน โดยพ่นหลังปลูกข้าวโพดหวาน และวัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมระหว่างสาร dimethenamid-p 72% EC + pendimethalin 45.5% CS, acetochlor 50% EC + flumioxazine 50% WP, acetochlor 50% EC + pendimethalin 45.5% CS, topramezone 33.6% SC + atrazine 50% SC, nicosulfuron 6% OD + atrazine 50% SC, nicosulfuron 6% OD + pendimethalin 45.5% CS และ tembotrione 42% SC + atrazine 50% SC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าปากควาย ลูกใต้ใบ หญ้ายาง และผักเสี้ยนผี ได้ดี และไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน และไม่มีผลกระทบเมื่อปลูกถั่วลิสงตามในฤดูถัดไป นอกจากนี้ ต้นทุนในการใช้สารกำจัดวัชพืชคู่ผสมมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการใช้แรงงานในการกำจัดวัชพืช

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เกษตรกรมีทางเลือกในการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชแบบ ในแปลงข้าวโพด ที่จะมีการปลูกถั่วลิสงต่อหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานได้อย่างปลอดภัย

2. ได้คำแนะนำการใช้สารกำจัดวัชพืชคู่ผสมในแปลงข้าวโพดหวาน ที่ไม่ปลอดภัยต่อข้าวโพดหวาน และปลอดภัยกับการปลูกถั่วลิสงต่อจากข้าวโพดหวาน เพื่อเผยแพร่ให้ เกษตรกร นักวิชาการ นักส่งเสริมการเกษตร และประชาชนที่สนใจ เพื่อนำผลงานวิจัยที่ได้ไปต่อยอดหรือพัฒนาการใช้สารกำจัด วัชพืชในข้าวโพดหวานร่วมกับการควบคุมวัชพืชวิธีอื่น

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2552. *วิธีการปลูกข้าวโพด*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://blog.hunsa.com/nutcha6346/blog/5667. (21 เมษายน 2564)

นิรนาม. 2552. *คำแนะนำการป้องกันและกำจัดวัชพืชในข้าวโพด*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://agriqua.doae.go.th/plantclinic/clinic/other/weed/corn.pdf. (21 เมษายน 2561)

สดใส ช่างสลัก รังสิต สุวรรณเขตนิคม และสมชัย ลิ่มอรุณ. 2550. *ประสิทธิภาพของ isoxaflutole ควบคุมวัชพืชในข้าวโพดหวาน*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4301089.pdf. (21 เมษายน 2564)

Alfulaila, N. and T.S.N. Herlina. 2017. Effect of mixture topramezone and atrazine herbicide application and weeding on plant growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *J. Produksi Tanaman*. 5(9): 1541-1546.

Dobbels, A.F. and G. Kapusta. 1993. post-emergence weed control in corn (*Zea mays* L.) with nicosulfuron combinations. *Weed tech*. 7(4): 844-850.

Lum, A.F., D. Chikoye and S.O. Adesiyan. 2005. Effect of nicosulfuron Dosages and timing on the post-emergence control of Cogongrass (*Imperata cylindrica*) in corn. *Weed tec*. 19(1): 122-127.

Jinwei, Z.L., O. Zheng, D. Jack, Z. Yan, R. Zhang and H.N. Gerhards. 2013. Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. *Crop protection*. 52: 26-32.

Singh M., M. Malik, A.H.M. Ramirez, and A.J. Jhala. 2020 . Tank mix of saflufenacil with glyphosate and pendimethalin for Broad-spectrum Weed Control in Florida Citrus. *Hort Technology*. 21(5): 606-615.

Zheng, L., L. Yuan, and N. Han-Wen. 2020 . Efficacy comparison of four post-emergence herbicides in weed control in corn. (Online). Available. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL- NYZZ2020 08018.htm. (April 24, 2020).

Table 1 Phytotoxicity of herbicides at 7, 15,30 and 45 days after application on sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2020.

Treatment	Phytotoxicity of herbicides [1/]							
	AmphoeTakfa				Amphoe Takee			
	7 DDA [2/]	15 DAA	30 DAA	45 DAA	7 DDA	15 DAA	30 DAA	45 DAA
1. dimethenamid-p + saflufenacil	2	3	2	1	2	3	2	1
2. dimethenamid-p + pendimethalin	1	1	0	0	1	2	0	0
3. acetochlor + flumioxazin	0	0	0	0	0	0	0	0
4. acetochlor + pendimethalin	2	1	0	0	2	1	0	0
5. topramezone + atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
6. topramezone + pendimethalin	0	0	0	0	0	0	0	0
7. topramezone + saflufenacil	3	5	3	1	3	3	2	1
8. nicosulfuron + atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
9. nicosulfuron + pendimethalin	0	0	0	0	0	0	0	0
10. nicosulfuron + saflufenacil	3	3	3	1	3	3	1	1
11. tembotrione + atrazine	2	1	0	0	2	2	0	0
12. topramezone	0	0	0	0	0	0	0	0
13. nicosulfuron	0	0	0	0	0	0	0	0
14. atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
15. hand weeding	0	0	0	0	0	0	0	0
16. Weedy check	0	0	0	0	0	0	0	0

[1/]Phytotoxicity 0 = normal 1 – 3 = slightly toxic 4– 6 = moderately toxic 7– 9 = severely toxic 10 = completely killed

[2/]DAA= days after application

Table 2 Efficacy of herbicides at 30 days after application on sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2020.

Treatment	Efficacy of herbicides at 30 days after application[1/]									
	AmphoeTakfa					Amphoe Takee				
	DIGCI[2/]	ECHCO	DACAE	PHYAM	EUPHE	DIGCI	ECHCO	EUPHE	CLEVI	PHYAM
1. dimethenamid-p + saflufenacil	8[1/]	8	6	6	6	8	6	5	6	6
2. dimethenamid-p + pendimethalin	9	9	9	7	8	9	9	7	8	7
3. acetochlor + flumioxazin	9	9	10	8	8	9	10	8	8	8
4. acetochlor + pendimethalin	9	9	7	9	8	9	7	9	8	8
5. topramezone + atrazine	9	8	9	9	8	8	9	9	8	8
6. topramezone + pendimethalin	9	9	9	7	7	9	9	7	7	7
7. topramezone + saflufenacil	8	8	6	7	6	8	6	9	6	6
8. nicosulfuron + atrazine	9	10	8	10	8	10	8	10	8	7
9. nicosulfuron + pendimethalin	9	9	9	8	8	9	9	8	8	8
10. nicosulfuron + saflufenacil	9	8	6	7	6	8	6	6	6	6
11. tembotrione + atrazine	8	9	9	8	8	9	9	8	8	8
12. topramezone	7	7	8	6	6	7	8	6	6	6
13. nicosulfuron	7	8	8	8	6	8	8	7	6	7
14. atrazine	7	6	6	6	7	6	6	7	6	7
15. hand weeding	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
16. Weedy check	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1/]0 Efficacy_0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control 10 = completely control[2/] DIGCI = *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler., ECHCO= *Echinochloa colona* (L.) Link), DACAE = *Dactyloctenium aegyptium* L., EUPHE =*Euphorbia heterophylla* L., PHYAM = *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn,

Table 3 Number of weed at 30 days after application herbicide tank-mix on on sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2020.

Treatments	Number of weed (plant/m^2)									
	AmphoeTakfa					Amphoe Takee				
	DIGCI [2/]	ECHCO	DACAE	PHYAM	EUPHE	DIGCI	ECHCO	EUPHE	CLEVI	PHYAM
1. dimethenamid-p + saflufenacil	11.1 ab	12.7 b	15.3 bc	38.0 cd	25.7 c	20.3 b	15.0 ab	42.7 c	30.5 c	39.5 cd
2. dimethenamid-p + pendimethalin	4.9 a	2.7 a	4.0 ab	5.7 ab	6.8 ab	9.0 ab	3.5 a	5.0 a	7.9 a	8.4 a
3. acetochlor + flumioxazine	1.9 a	1.7 a	0.0 a	0.7 a	1.3 a	3.5 a	2.0 a	4.5 a	0.0 a	1.7 a
4. acetochlor + pendimethalin	9.5 a	1.7 a	7.3 ab	11.7 ab	4.0 ab	17.4 b	2.0 a	12.5 ab	14.5 ab	5.0 a
5. topramezone + atrazine	9.5 a	5.0 ab	0.3 a	0.7 a	3.3 ab	17.3 b	6.0 ab	4.3 a	0.7 a	4.0 a
6. topramezone + pendimethalin	8.0 a	5.0 ab	3.0 a	0.3 a	1.5 a	14.6 ab	6.0 ab	0.4 a	5.9 a	1.3 a
7. topramezone + saflufenacil	9.5 a	15.9 b	12.3 b	23.3 bc	25.3 c	17.4 b	19.0 b	25.5 b	24.5 b	31.5 c
8. nicosulfuron + atrazine	6.5 a	3.3 ab	2.7 a	0.0 a	5.1 ab	11.9 ab	4.0 a	0.0 a	5.3 a	6.4 a
9. nicosulfuron + pendimethalin	13.9 b	5.7 ab	0.3 a	0.3 a	1.51 a	25.5 c	6.7 ab	0.5 a	0.7 a	1.3 a
10. nicosulfuron + saflufenacil	9.7 a	20.7 c	11.0 bc	5.3 ab	2.3 a	17.7 b	24.7 bc	6.0 a	21.8 b	2.5 a
11. tembotrione + atrazine	4.9 a	3.0 ab	1.0 a	5.3 ab	0.8 a	9.0 ab	3.5 a	4.5 a	2.0 a	1.0 a
12. topramezone	11.1 ab	5.3 ab	2.7 a	3.0 a	6.2 ab	20.3 b	6.3 ab	5.5 a	5.3 a	7.7 a
13. nicosulfuron	5.4 a	4.0 ab	4.7 ab	2.2 a	14.7 b	9.9 ab	4.8 ab	2.8 a	9.3 a	18.5 b
14. atrazine	15.9 b	14.3 b	19.7 bc	14.0 ab	8.1 ab	29.5 c	17.5 b	14.5 ab	38.9 c	10.0 ab
15. hand weeding	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
16. Weedy check	63.6 c	47.8 d	33.0 c	53.0 d	46.1 d	65.5 d	57.5 c	59.5 c	65.3 d	57.5 d
C.V. (%)	50.9	68.8	56.4	109.7	64.2	93.1	82.2	123.2	111.6	79.6

[1/] Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

[2/] DIGCI = *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler., ECHCO= *Echinochloa colona* (L.) Link), DACAE = *Dactyloctenium aegyptium* L., EUPHE =*Euphorbia heterophylla* L., PHYAM = *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn,

Table 4 Dry weight of weed 30 days after application herbicide tank-mix on sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2020.

Treatments	Dry weight (g/m^2)									
	AmphoeTakfa					Amphoe Takee				
	DIGCI [2/]	ECHCO	DACAE	PHYAM	EUPHE	DIGCI	ECHCO	EUPHE	CLEVI	PHYAM
1. dimethenamid-p + saflufenacil	38.2 bc	28.9 b	32.2 c	55.2 c	37.1 bc	48.4 c	38.4 c	70.7 d	57.5 bc	50.3 c
2. dimethenamid-p + pendimethalin	3.7 a	2.5 a	3.8 a	5.4 a	6.5 a	7.0 a	2.4 a	3.9 a	6.2 a	6.6 a
3. acetochlor + flumioxazine	1.0 a	1.5 a	0.0 a	0.6 a	1.2 a	2.7 a	1.6 a	3.5 a	0.0 a	1.3 a
4. acetochlor + pendimethalin	8.5 a	1.5 a	6.7 a	10.7 a	3.6 a	21.1 b	2.4 a	15.1 ab	17.5 ab	6.1 a
5. topramezone + atrazine	8.9 a	4.5 a	0.3 a	0.6 a	4.0 a	20.9 b	3.3 a	5.2 a	0.8 a	5.0 a
6. topramezone + pendimethalin	7.1 a	4.1 a	2.7 a	0.3 a	1.2 a	17.7 b	7.3 ab	0.4 a	5.3 a	1.2 a
7. topramezone + saflufenacil	37.5 bc	29.5 b	22.0 b	41.6 bc	45.2 c	34.7 bc	37.9 c	50.9 c	48.7 b	42.6 bc
8. nicosulfuron + atrazine	5.1 a	2.6 a	2.1 a	0.0 a	4.3 a	9.3 a	3.2 a	0.0 a	4.2 a	5.0 a
9. nicosulfuron + pendimethalin	11.0 ab	4.5 a	0.2 a	0.2 a	0.9 a	20.1 b	5.4 a	0.4 a	0.6 a	1.0 a
10. nicosulfuron + saflufenacil	29.0 b	41.4 c	24.0 b	10.6 ab	4.6 a	14.0 ab	19.5 b	4.7 a	27.2 ab	2.3 a
11. tembotrione + atrazine	3.8	2.3 a	0.8 a	4.0 a	0.6 a	7.1 a	2.8 a	3.6 a	1.6 a	0.8 a
12. topramezone	8.4 a	4.0 a	2.1 a	2.3 a	24.9 b	19.4 ab	6.1 ab	5.3 a	15.1 ab	27.4 b
13. nicosulfuron	4.2 a	3.0 a	3.6 a	1.7 a	18.2 b	9.5 a	4.6 a	2.7 a	18.8 ab	11.4 ab
14. atrazine	48.5 c	17.0 ab	23.4 b	26.6 b	20.1 b	57.8 c	33.9 c	28.7 b	77.0 c	19.8 b
15. hand weeding	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
16. Weedy check	82.0 d	61.6 d	42.5 c	68.3 c	59.4 c	99.7 d	73.1 d	87.8 d	89.3 c	69.1c
C.V. (%)	65.6	88.7	72.7	141.4	82.8	64.3	86.9	100.3	110.3	89.9

[1/] Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

[2/] DIGCI = *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler., ECHCO= *Echinochloa colona* (L.) Link), DACAE = *Dactyloctenium aegyptium* L., EUPHE =*Euphorbia heterophylla* L., PHYAM = *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn,

Table 5 Herbicide tank-mix on Yield (kg/rai) in sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2020.

Treatments	Yield (kg/rai)			
	AmphoeTakfa		Amphoe Takee	
	With husk	Without husk	With husk	Without husk
1. dimethenamid-p + saflufenacil	1,501 b	1,198 b	1,562 bc	1,132 b
2. dimethenamid-p + pendimethalin	2,015 a	1,711 a	2,180 a	1,750 a
3. acetochlor + flumioxazine	2,052 a	1,748 a	2,217 a	1,787 a
4. acetochlor + pendimethalin	1,640 b	1,337 ab	1,805 ab	1,375 b
5. topramezone + atrazine	2,046 a	1,742 a	2,211 a	1,781 a
6. topramezone + pendimethalin	2,062 a	1,759 a	2,227 a	1,797 a
7. topramezone + saflufenacil	1,314 bc	1,011 b	1,479 bc	1,049 c
8. nicosulfuron + atrazine	2,021 a	1,717 a	2,186 a	1,756 a
9. nicosulfuron + pendimethalin	1,495 bc	1,191 b	1,660 b	1,230 bc
10. nicosulfuron + saflufenacil	1,206 c	902 bc	1,371 bc	1,108 c
11. tembotrione + atrazine	1,879 ab	1,576 ab	2,044 a	1,614 ab
12. topramezone	1,478 bc	1,175 bc	1,643 b	1,213 bc
13. nicosulfuron	1,564 b	1,261 b	1,730 b	1,300 b
14. atrazine	1,094 cd	791 c	1,260 c	1,293b
15. hand weeding	2,074 a	1,770 b	2,239 a	1,809 a
16. Weedy check	967 d	663 c	1,132 c	702 d
C.V. (%)	19.9	24.4	18.2	19.3

[1/] Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 6 Species and number of weeds in untreated treatment at 30 days after application in sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Dominant weed species	AmphoeTakfa		Amphoe Takee	
	number of weeds/1 m^2	%	number of weeds/1 m^2	%
Grass weeds				
- *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.	47.3	20.3	50.1	24.1
- *Echinochloa colona* (L.) Link	55.3	23.7	44.5	21.4
- *Brachiaria reptans* (L.) C.A.Gardner & C.E.Hubb.	56.0	24.0	46.3	22.2
Broadleaved weeds				
- *Euphorbia heterophylla* L.	46.7	20.0	36.7	17.6
- *Cleome viscosa* L.	27.7	11.9	30.7	14.7
total	**233.0**	**100.0**	**208.3**	**100.0**

Table 7 Phytotoxicity of herbicides at 7, 15,30 and 45 days after application on sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Phytotoxicity of herbicides [1/]							
	AmphoeTakfa				Amphoe Takee			
	7 DDA [2/]	15 DAA	30 DAA	45 DAA	7 DDA	15 DAA	30 DAA	45 DAA
1. dimethenamid-p + pendimethalin	0	0	0	0	0	0	0	0
2. acetochlor + flumioxazine	0	0	0	0	0	0	0	0
3. acetochlor + pendimethalin	0	0	0	0	0	0	0	0
4. topramezone + atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
5. nicosulfuron + atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
6. tembotrione + atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
7. hand weeding	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Weedy check	0	0	0	0	0	0	0	0

[1/]Phytotoxicity 0 = normal 1 – 3 = slightly toxic 4– 6 = moderately toxic 7– 9 = severely toxic 10 = completely killed

[2/]DAA= days after application

Table 8 Efficacy of herbicides at 30 days after application on sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Efficacy of herbicides at 30 days after application [1/]									
	AmphoeTakfa					Amphoe Takee				
	DIGCI [2/]	ECHCO	BRARE	CLEVI	EUPHE	DIGCI [2/]	ECHCO	BRARE	CLEVI	EUPHE
1. dimethenamid-p + pendimethalin	8[1/]	8	8	8	8	8	8	8	8	9
2. acetochlor + flumioxazine	9	9	9	7	8	9	9	7	8	7
3. acetochlor + pendimethalin	9	9	10	8	8	9	9	8	10	8
4. topramezone + atrazine	9	9	7	9	8	9	7	9	8	8
5. nicosulfuron + atrazine	9	8	9	9	8	8	9	9	8	8
6. tembotrione + atrazine	9	9	9	7	7	9	9	7	7	7
7. hand weeding	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
8. Weedy check	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1/]0 Efficacy_0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control 10 = completely control

[2/] DIGCI = *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler., ECHCO= *Echinochloa colona* (L.) Link), DACAE = *Dactyloctenium aegyptium* L., EUPHE =*Euphorbia heterophylla* L., PHYAM = *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn [1]

Table 9 Number of weeds at 30 days after application herbicide tank-mix on on sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Number of weed at 30 days after application [1/]									
	AmphoeTakfa					Amphoe Takee				
	DIGCI [2/]	ECHCO	BRARE	CLEVI	EUPHE	DIGCI [2/]	ECHCO	BRARE	CLEVI	EUPHE
1. dimethenamid-p + pendimethalin	2.0 a	2.7 a	4.7 a	11.7 ab	12.0 b	8.3 a	8.7 a	9.3 a	1.3 a	7.3 a
2. acetochlor + flumioxazine	2.7 a	1.3 a	5.3 a	2.0 a	5.0 a	6.3 a	3.7 a	1.0 a	2.0 a	3.0 a
3. acetochlor + pendimethalin	5.3 a	1.2 a	2.7 a	9.3 ab	1.0 a	7.3 a	4.3 a	3.7 a	1.0 a	2.3 a
4. topramezone + atrazine	5.0 a	0.0 a	5.7 a	10.0 ab	1.0 a	7.7 ab	2.3 a	10.3 ab	1.3 a	5.7 a
5. nicosulfuron + atrazine	7.0 a	5.0 a	7.3 a	0.0 a	4.0 a	5.0 ab	3.0 a	18.0 b	5.0 a	0.0 a
6. tembotrione + atrazine	8.3 a	1.7 a	2.0 a	13.0 b	8.0 ab	12.5 b	2.7 a	10.7 ab	7.7 a	0.0 a
7. hand weeding	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8. Weedy check	47.3 b	55.3 b	56.0 b	46.7 c	27.7 c	50.1 c	44.5 b	46.3 c	36.7 b	30.7 b
C.V. (%)	32.4	45.6	33.9	44.8	20.5	32.6	43.7	39.6	50.5	65.5

1/ Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

[2/] DIGCI = *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler., ECHCO= *Echinochloa colona* (L.) Link), DACAE = *Dactyloctenium aegyptium* L., EUPHE =*Euphorbia heterophylla* L., PHYAM = *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn,

Table 10 Dry weight of weed at 30 days after application herbicide tank-mix on sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Dry weight of weed at 30 days after application [1/]									
	AmphoeTakfa					Amphoe Takee				
	DIGCI [2/]	ECHCO	BRARE	CLEVI	EUPHE	DIGCI [2/]	ECHCO	BRARE	CLEVI	EUPHE
1. dimethenamid-p + pendimethalin	2.0 a	5.0 ab	3.9 a	4.8 a	0.5 a	5.9 a	8.9 a	4.6 a	1.4 a	5.8 a
2. acetochlor + flumioxazine	2.0 a	0.0 a	2.0 a	1.5 a	2.7 a	5.8 a	9.0 b	2.2 a	2.1 a	1.0 a
3. acetochlor + pendimethalin	2.0 a	0.0 a	4.9 a	10.0 ab	2.0 a	11.5 ab	8.3 ab	10.8 a	7.7 a	0.4 a
4. topramezone + atrazine	3.7 a	6.0 ab	6.0 a	12.0 ab	0.5 a	13.3 ab	5.9 ab	5.1 a	1.0 a	2.0 a
5. nicosulfuron + atrazine	4.3 a	13.2 ab	6.5 a	0.0 a	3.3 a	11.9 ab	12.6 ab	8.3 a	2.0 a	0.0 a
6. tembotrione + atrazine	7.2 a	23.0 b	3.4 a	28.2 b	17.2 b	27.3 b	29.6 b	10.8 a	7.6 a	0.0 a
7. hand weeding	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8. Weedy check	66.8 c	72.1 c	84.7 b	77.2 c	36.8 c	45.3 c	50.8 c	62.1 b	52.8 b	48.7 b
C.V. (%)	43.2	30.5	64.5	45.5	55.4	34.5	86.9	100.3	60.3	89.9

1/ Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

[2/] DIGCI = *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler., ECHCO= *Echinochloa colona* (L.) Link), DACAE = *Dactyloctenium aegyptium* L., EUPHE =*Euphorbia heterophylla* L., PHYAM = *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn,

Table 11 Herbicide tank-mix on Yield (kg/rai) in sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Yield (kg/rai)			
	AmphoeTakfa		Amphoe Takee	
	With husk	Without husk	With husk	Without husk
1. dimethenamid-p + pendimethalin	2,510 ab	1,765 ab	2,673 ab	1,808 a
2. acetochlor + flumioxazine	2,738 ab	1,814 a	2,991 a	1,873 a
3. acetochlor + pendimethalin	2,845 a	1,851 a	2,828 a	1,921 a
4. topramezone + atrazine	2,533 ab	1,840 a	2,816 a	1,809 a
5. nicosulfuron + atrazine	2,839 a	1,845 a	2,702 ab	1,883 a
6. tembotrione + atrazine	2,465 b	1,682 b	2,418 b	1,779 a
7. hand weeding	3,061 a	1,913 a	2,938 a	1,921 a
8. Weedy check	1,010 c	726 c	1,078 c	796 b
C.V. (%)	11.9	8	12.4	9.3

[1/] Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 12 Phytotoxicity of herbicides at 7, 15,30 and 45 days after application in sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Phytotoxicity of herbicides [1/]							
	AmphoeTakfa				Amphoe Takee			
	7 DDA [2/]	15 DAA	30 DAA	45 DAA	7 DDA	15 DAA	30 DAA	45 DAA
1. dimethenamid-p + pendimethalin	0	0	0	0	0	0	0	0
2. acetochlor + flumioxazine	0	0	0	0	0	0	0	0
3. acetochlor + pendimethalin	0	0	0	0	0	0	0	0
4. topramezone + atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
5. nicosulfuron + atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
6. tembotrione + atrazine	0	0	0	0	0	0	0	0
7. hand weeding	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Weedy check	0	0	0	0	0	0	0	0

[1/]Phytotoxicity 0 = normal 1 – 3 = slightly toxic 4– 6 = moderately toxic 7– 9 = severely toxic 10 = completely killed

[2/]DAA= days after application

Table 13 Herbicide tank-mix on plant height (cm.) planting of planting peanuts after planting sweetcorn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Rate (g ai/rai)	plant height (cm.)			
		AmphoeTakfa		Amphoe Takee	
		30 DDA	Pre- harvest	30 DDA	Pre- harvest
1. dimethenamid-p + pendimethalin	180+273	25.6 a	60.8 a	24.7 a	52.1 a
2. acetochlor + flumioxazine	350+15	24.8 a	59.2 a	25.6 a	55.4 a
3. acetochlor + pendimethalin	350+273	23.4 a	58.4 a	25.7 a	54.2 a
4. topramezone + atrazine	10.08+315	22.6 a	51.7 a	24.1 a	53.7 a
5. nicosulfuron + atrazine	12 +315	26.5 a	55.8 a	25.5 a	54.5 a
6. tembotrione + atrazine	16.8 +315	25.3 a	59.3 a	26.4 a	53.8 a
7. hand weeding	-	26.5 a	57.5 a	25.4 a	53.0 a
C.V. (%)		5.4	5.6	4.8	4.7

[1/]Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 14 Herbicide tank-mix on Yield (kg/rai) in sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Rate (g ai/rai)	Yield (kg/rai)	
		AmphoeTakfa	Amphoe Takee
1. dimethenamid-p + pendimethalin	180+273	297.4 a	300.5 a
2. acetochlor + flumioxazine	350+15	281.3 a	285.8 a
3. acetochlor + pendimethalin	350+273	292.3 a	299.8 a
4. topramezone + atrazine	10.08+315	296.0 a	299.5 a
5. nicosulfuron + atrazine	12 +315	296.8 a	301.5 a
6. tembotrione + atrazine	16.8 +315	285.3 a	288.9 a
7. hand weeding	-	290.3 a	332.5 a
C.V. (%)		2.3	3.6

[1/] Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 15 Summary of weed control cost (baht/rai) in sweet corn at AmphoeTakfa and Amphoe Takee, Nakhonsawan, 2021.

Treatments	Rate (g ai/rai)	Cost of weed control (baht/rai)
1. dimethenamid-p + pendimethalin	180+273	765
2. acetochlor + flumioxazine	350+15	345
3. acetochlor + pendimethalin	350+273	402
4. topramezone + atrazine	10.08+315	486
5. nicosulfuron + atrazine	12 +315	521
6. tembotrione + atrazine	16.8 +315	626
7. hand weeding	-	2,400

การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในถั่วลิสงและผลกระทบต่อข้าว

Effected of herbicides to weeds control in Peanuts and effect on rice

เทอดพงษ์ มหาวงศ์ ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย ปรัชญา เอกฐิน

กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Efficacy of herbicides for weeds control in Peanut. Operated in farmer fields at Nhong-ya-sai district and Don chedi district, Suphanburi province. Field trials was set up in 9 treatments with 4 replications in experiment of RCBD compare with hand weeding and untreated control. Application at 0 Day after planting and soil had moisture. The result showed good control weeds in treatment of imazapic 24% W/V SL and dimethenamid-p 72 % W/V EC which could control *Echinochloa colona* (L.) Link, *Panicum repens* (L.), *Leptochloa chinensis* Nees, *Melochia carchorifolia* (L.), *Merremia hederaceae* (Burm. f.) Hall. and *Cyperus iria* L.. Both of treatment had significant decreased number of weeds and weeds dry weight compare with Untreated check. And Yield and yield component of Peanut showed significant more than other treatment. Moreover, non-effected to rice which planting after trials finished with development and yield.

Keywords : Herbicides, Peanut, Rice, Weeds

บทคัดย่อ

การทดลองผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสง ดำเนินการทดลอง ณ แปลงของเกษตรกร อ.หนองหญ้าไซ อ.ดอนเจดีย์ จ.สุพรรณบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCBD 4 ซ้ำ 9 กรรมวิธี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช เริ่มพ่นสารกำจัดวัชพืช หลังปลูกถั่วลิสง ขณะที่ดินมีความชื้น ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี จากการทดลอง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, dimethenamid-p 72% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี วัชพืชที่ควบคุมได้ เช่น หญ้านกสีชมพู หญ้าชันกาด หญ้าดอกขาว เซ่ง เถาสะอึก และกกทราย โดยที่สามารถลดจำนวนต้น และน้ำหนักแห้งของวัชพืชได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช และทำให้ถั่วลิงสงมีองค์ประกอบผลผลิตที่ดี ได้รับผลิตที่สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งการปลูกข้าวในพื้นที่ที่ปลูกถั่วลิสงโดยมีการใช้สารกำจัดวัชพืชยังไม่ส่งผลกระทบต่อการการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าว

คำหลัก : สารกำจัดวัชพืช ถั่วลิสง ข้าว วัชพืช

รหัสการทดลอง 01-17-59-01-03-00-09-63

คำนำ

ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนในเมล็ด 24-32 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 40-59 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2553/2554 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกถั่วลิสงประมาณ 183,845 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 45,509 ตัน ผลผลิต เฉลี่ย 248 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศในรูปของถั่วต้ม ถั่วคั่ว ถั่วต้มอบ และประกอบอาหารต่างๆ หรือนำไปสกัดน้ำมัน หรือนำกากถั่วลิสงไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ แหล่งปลูกถั่วลิสงที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดลำปาง เชียงใหม่ พะเยา ตาก น่าน อุทัยธานี บุรีรัมย์ อุบลราชธานี ศรีษะเกษ อุดรธานี กาฬสินธุ์ และลพบุรี เป็นต้น การเพิ่มผลผลิตถั่วลิสงให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ในประเทศสามารถทำได้โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมใน การผลิตถั่วลิสงทำให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มสูงขึ้น (อนุวัฒน์และสุรีรัตน์, 2554) สำหรับถั่วลิสงที่ไม่กำจัดวัชพืชจะเจริญเติบโต และให้ผลผลิตลดลงระหว่าง 30 – 70 เปอร์เซ็นต์ (สมศักดิ์, 2554) เนื่องมาจากถั่วลิสงมีความสามารถต่ำในการแข่งขันกับวัชพืชและมีลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ 1) การเจริญเติบโตและคลุมพื้นที่ได้ช้าในช่วง อายุ 1 เดือนแรก โดยงอกยืดส่วนใต้ใบเลี้ยง (Hypocotyl) ให้ใบเลี้ยงโผล่ขึ้นถึงผิวดิน (Epigeal germination) และคลี่กางออกที่ระดับผิวดินและแตกกิ่งที่ระดับต่ำทั้งกิ่งแขนงชุดแรก (Primary lateral branch) และกิ่งแขนงชุดที่2 (Secondary lateral branch) 2) การเจริญเติบโตช้าในช่วงแรกระยะหลังงอกถึงอายุ ประมาณ 28 วัน แม้จะเจริญเติบโตเร็วขึ้นระหว่างอายุ 28 – 35 วัน และเร่งการเจริญเติบโตเป็นเส้นตรงระหว่าง 35 – 80 วัน โดยมีพื้นที่ใบสูงที่สุดอยู่ระหว่างช่วงต้นถึงช่วงกลางของระยะพัฒนาฝัก และ 3) การปลูกเป็นหลุมและมีระยะปลูก โดยมีระยะปลูกที่แนะนำ 50 x 20 เซนติเมตร หลุมละ 2 – 3 เมล็ด แต่เกษตรกรส่วนใหญ่มักปลูกถี่กว่านี้ พอให้ใช้จอบหรือเสียมลงกำจัดวัชพืชได้ อีกทั้งกิ่งถั่วลิสงส่วนใหญ่พัฒนาจากซอกใบในข้อล่างๆ ของต้นเป็นหลักส่งผลให้มีวัชพืชเกิดขึ้นแซมอยู่ในทรงพุ่มได้มาก (สมศักดิ์, 2554) ทั้งวัชพืชใบแคบ เช่น หญ้าขจรจบ หญ้าคา หญ้าขน หญ้าข้าวนก และหญ้าปากควาย และวัชพืชใบกว้าง เช่น ผักโขม ผักเบี้ยหงอนไก่ป่า กระต่ายจาม และตีนตุ๊กแก เป็นต้น วัชพืชในแปลงปลูกถั่วลิสงเหล่านี้จะแข่งขันในการใช้แร่ธาตุอาหาร ทำให้ถั่วลิสง เจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วลิสง การควบคุมด้วยสารกำจัดวัชพืชเป็นแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้ในการปลูกถั่วลิสง โดยเฉพาะสารเคมีกำจัดวัชพืช ประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence) เช่น อะลาคลอร์ (ปาริชาติและคณะ, 2556) อิมาซาพิค (Matocha, 2000) คาร์เฟนทราโซน, คลีโทดิม, ไดเมทานามิด, ฟลูมิออกซาซิน, เมโทลาคลอร์, เพนดิเมทาลิน และซัลเฟนทราโซน (Johnson, 2013) อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการแนะนำการใช้สารกำจัดวัชพืชในถั่วลิสง แต่ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ในถั่วลิสงว่ามีผลกระทบมากน้อยเพียงใดกับพืชที่ปลูกตามมา เนื่องจากในปัจจุบันรัฐบาลได้มีนโยบายลดพื้นที่ทำนาปรังและเกษตรกรหันมาปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยโดยปลูกสลับกับการทำนา เช่น พืชไร่ ได้แก่ ถั่วเขียว ถั่วลิสง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบป้อน โรงงานอาหารสัตว์ และแปรรูปอาหาร

วิธีดำเนินการ

การทดลองที่ 1 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสง

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชและความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช (ปี 2563)

วางแผนการทดลองแบบ Randomize complete block (RCB) มี 4 ซ้ำ มี 9 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร imazapic 24% W/V SL	อัตรา 19.2 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร flumioxazin 50% WP	อัตรา 20 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร oxyfluorfen 23.5% W/V EC	อัตรา 47 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร amicarbazone 70% WG	อัตรา 140 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร dimethenamid-p 72% W/V EC	อัตรา 100.8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร isoxaflutole 75% WG	อัตรา 13.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร alachlor 48% W/V EC (วิธีการของเกษตรกร)	อัตรา 336 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 8 กำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน	
กรรมวิธีที่ 9 ไม่กำจัดวัชพืช	

เตรียมดินโดยการไถ 1 ครั้ง ลึก 10 – 20 เซนติเมตร ตากดิน 7 – 10 วัน ไถพรวน 1 ครั้ง แบ่งแปลงย่อยขนาด 6 x 6 ตารางเมตร ปลูกด้วยเมล็ดที่มีความงอกมากกว่า 75% อัตรา 17 – 18 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 50 x 20 เซนติเมตร จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม หลังปลูกถั่วลิสง ขณะที่ดินมีความชื้น ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีที่ 1-7 โดยใช้เครื่องพ่นแบบสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวฉีดแบบแรงปะทะ (flood-jet nozzle) อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ให้คะแนนประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช และคะแนนความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชตามมาตรฐานคำแนะนำการทดลองประสิทธิภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ดังนี้

1. ความเป็นพิษ ที่ระยะ 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ
1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย
4-6 = เป็นพิษปานกลาง
7-9 = เป็นพิษรุนแรง
10 = พืชปลูกตาย

2. ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

0 = ไม่สามารถควบคุมได้
1-3 = ควบคุมได้เล็กน้อย

4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง

7-9 = ควบคุมได้ดี

10 = ควบคุมได้สมบูรณ์

บันทึกจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งพืชจากทุกกรรมวิธีการทดลอง บันทึกวัดความสูง ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร และที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต จากการสุ่ม 10 ต้นในแต่ละกรรมวิธี และผลผลิต โดยคัดแยกขนาด นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สุ่มเก็บตัวอย่างและจำแนกชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืชจากทุกๆ กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5x0.5 เมตร ที่ระยะ 30 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยแยกวัชพืชเป็นชนิดประเภทวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. คะแนนประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชและความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก ที่ระยะ 15, 30, 45 และ 60 วันหลังพ่นสาร
2. ชนิดวัชพืช/น้ำหนักแห้งของวัชพืช จากทุกกรรมวิธีการทดลอง
3. การเจริญเติบโตของพืชปลูก: การเจริญเติบโต ด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม
4. ผลผลิต

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบผลของสารกำจัดวัชพืชในถั่วลิสงต่อข้าวในสภาพนาหว่านแห้ง โดยการทดสอบปลูกข้าวในแปลงย่อยเดิมที่ปลูกถั่วลิสงและมีการใช้สารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีในแต่ละกรรมวิธีของขั้นตอนที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบต่อข้าวในสภาพนาหว่านแห้ง

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ มี 9 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร imazapic 24% W/V SL	อัตรา 19.2 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร flumioxazin 50% WP	อัตรา 20 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร oxyfluorfen 23.5% W/V EC	อัตรา 47 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร amicarbazone 70% WG	อัตรา 140 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร dimethenamid-p 72% W/V EC	อัตรา 100.8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร isoxaflutole 75% WG	อัตรา 13.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร alachlor 48% W/V EC (วิธีการของเกษตรกร)	อัตรา 336 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 8 การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน	
กรรมวิธีที่ 9 ไม่กำจัดวัชพืช	

เตรียมดินโดยการไถพรวนให้ดินมีความละเอียดในแปลงเดิมที่ปลูกถั่วลิสงในแต่ละกรรมวิธี ทันทีหลังจากเก็บเกี่ยว แล้วหว่านข้าวแห้ง อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่

ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก: ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ไม่เป็นพิษ, 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย, 4-6 = เป็น

พิษปานกลาง, 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 พืชปลูกตาย บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 7, 15 และ 30 วัน หลังหว่านข้าว มีการกำจัดวัชพืชด้วยวิธีการถอนด้วยมือที่ระยะ 15, 30 และ 45 วัน ในทุก ๆ แปลงย่อย

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. คะแนนความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก
2. การเจริญเติบโตของพืชปลูก: การเจริญเติบโต ด้านความสูง การแตกกอ
3. เก็บเกี่ยวผลผลิต ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 4×4 เมตร

เวลาและสถานที่

- แปลงทดลองที่ 1 ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ.2563 – เดือนมกราคม พ.ศ. 2564
- แปลงทดลองที่ 2 ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ.2563 - เดือนกันยายน พ.ศ.2564

แปลงถั่วลิสงของเกษตรกร อ.หนองหญ้าไซ และ อ.ดอนเจดีย์ จ.สุพรรณบุรี (จำนวน 2 แปลงทดลอง)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

แปลงที่ 1 อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี

ชนิดและปริมาณวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังการใช้สารกำจัดวัชพืช พบจำนวนวัชพืช 167.5 ต้นต่อตารางเมตร แบ่งเป็นวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (L.) Link), หญ้าชันกาด (*Panicum repens* (L.)) และ หญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* Nees) จำนวน 65.3, 11.8 และ 26.8 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็น 39.0, 7.0 และ 16.0 เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชทั้งหมด วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ เซ่ง (*Melochia carchorifolia* (L.)) และ เถาสะอึก (*Merremia hederaceae* (Burm. f.) Hall.) จำนวน 17.3 และ 7.0 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็น 10.3 และ 4.2 เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชทั้งหมด และ วัชพืชประเภทกก ได้แก่ กกทราย (*Cyperus iria* L.) จำนวน 39.3 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็น 23.5 เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชทั้งหมด (Table 1)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วลิสง

จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC ไม่ทำให้ถั่วลิสงแสดงอาการเป็นพิษ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สาร isoxaflutole 75% WG ต้นถั่วลิสงแสดงอาการเป็นพิษในระดับปานกลางที่ระดับ 5 โดยที่ใบแสดงอาการเปลี่ยนสีเป็นสีขาว และต้นเตี้ยเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC ไม่ทำให้ถั่วลิสงแสดงอาการเป็นพิษ

ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สาร isoxaflutole 75% WG ต้นถั่วลิสงใบที่เป็นสีขาวเปลี่ยนกลับมาเป็นสีเขียว และยังมีอาการเป็นพิษโดยทำให้ต้นเตี้ย เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช

ประสิทธิภาพโดยรวม

จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระดับ 8.8 – 9.6

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC และ isoxaflutole 75% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระดับ 7.0 – 9.1 ส่วนกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับปานกลางที่ 4.5 – 6.5

ที่ระยะ 45 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระดับ 7.5 ส่วนกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อยที่ 1.3 – 3.0

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีมากกว่ากรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืชอื่น ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชปานกลางที่ระดับ 5.0 ส่วนกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP และ dimethenamid-p 72% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อยที่ 1.0 – 2.5 ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สาร oxyfluorfen 23.5% EC, amicarbazone 70% WG, , isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้

ประสิทธิภาพแยกเป็นชนิดวัชพืช

หญ้านกสีชมพู จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระดับ 7.0 – 9.5 และกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้านกสีชมพู ได้ระดับปานกลางที่ 4.0

หญ้าขันกาด จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าขันกาด ได้ดีถึงสมบูรณ์ ที่ระดับ 9.0 – 10.0

หญ้าดอกขาว จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าดอกขาวได้ดีถึงสมบูรณ์ ที่ระดับ 7.0 – 10.0 ส่วน amicarbazone 70% WG และ isoxaflutole 75% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าดอกขาวได้ปานกลางที่ 6.0

เซ่ง และ เถาสะอึก จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมเซ่ง และ เถาสะอึก ได้ดีถึงสมบูรณ์ ที่ระดับ 8.0 – 10.0

กกทราย จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมกกทรายได้ดีถึงสมบูรณ์ ที่ระดับ 7.0 – 10.0 ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช dimethenamid-p 72% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมกกทรายได้ในระดับปานกลางที่ 4.0 (Table 4)

จำนวนต้นวัชพืช

จากการสุ่มนับจำนวนต้นวัชพืช ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร พบว่า หญ้านกสีชมพู ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG, oxyfluorfen 23.5% W/V EC และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 0.0 – 13.5 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, amicarbazone 70% WG และ alachlor 48% W/V EC ที่มีจำนวนหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 27.0 – 38.3 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีจำนวนหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 65.3 ต้นต่อตารางเมตร

หญ้าชันกาด ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG, amicarbazone 70% WG, alachlor 48% W/V EC และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนหญ้าชันกาด เฉลี่ย 0.0 – 1.0 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL และ oxyfluorfen 23.5% W/V EC ที่มีจำนวนหญ้าชันกาด เฉลี่ย 5.5 – 6.8 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีจำนวนหญ้าชันกาดเฉลี่ย 11.8 ต้นต่อตารางเมตร

หญ้าดอกขาว ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ไม่พบหญ้าดอกขาว เฉลี่ย 0.0 ต้นต่อตารางเมตร

น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC ที่มีจำนวนหญ้าดอกขาว เฉลี่ย 3.3 – 14.8 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช amicarbazone 70% WG และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีจำนวนหญ้าดอกขาว เฉลี่ย 26.8 – 28.5 ต้นต่อตารางเมตร

เซ่ง และ เถาสะอึก ในทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนเซ่ง และ เถาสะอึก เฉลี่ย 0.0 – 6.0 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีจำนวนเซ่ง และ เถาสะอึก เฉลี่ย 7.0 – 17.3 ต้นต่อตารางเมตร

กกทราย ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ไม่พบกกทราย เฉลี่ย 0.0 – 8.3 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช amicarbazone 70% WG และ isoxaflutole 75% WG ที่มีจำนวนกกทราย เฉลี่ย 17.3 – 24.8 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีจำนวนกกทราย เฉลี่ย 29.3 ต้นต่อตารางเมตร (Table 5)

น้ำหนักแห้งวัชพืช

จากการชั่งน้ำหนักแห้งต้นวัชพืช ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร พบว่า หญ้านกสีชมพู ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, isoxaflutole 75% WG และ ในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 0.0 – 13.5 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัด oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC, flumioxazin 50% WP, amicarbazone 70% WG และ alachlor 48% W/V EC ที่มีน้ำหนักแห้งหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 38.9 – 77.6 กรัมต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 114.6 กรัมต่อตารางเมตร

หญ้าชันกาด ในทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งหญ้าชันกาด เฉลี่ย 0.0 – 7.4 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีน้ำหนักแห้งหญ้าชันกาด เฉลี่ย 18.6 กรัมต่อตารางเมตร

หญ้าดอกขาว ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, isoxaflutole 75% WG, alachlor 48% W/V EC และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งหญ้าดอกขาว เฉลี่ย 0.0 – 4.5 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่มีน้ำหนักแห้งหญ้าดอกขาว เฉลี่ย 12.7 – 18.3 กรัมต่อตารางเมตร แต่

น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช amicarbazone 70% WG ซึ่งมีน้ำหนักแห้งหญ้าดอกขาว เฉลี่ย 34.2 กรัมต่อตารางเมตร

เซ่ง ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, isoxaflutole 75% WG, amicarbazone 70% WG และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งเซ่ง เฉลี่ย 0.0 – 1.9 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC ที่มีน้ำหนักแห้งเซ่ง เฉลี่ย 4.4 – 5.7 กรัมต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเซ่ง เฉลี่ย 10.1 กรัมต่อตารางเมตร

เถาสะอึก ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, amicarbazone 70% WG และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งเถาสะอึก เฉลี่ย 0.0 – 0.6 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC ที่มีน้ำหนักแห้งเซ่ง เฉลี่ย 1.5 – 3.4 กรัมต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช dimethenamid-p 72% W/V EC และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเถาสะอึก เฉลี่ย 5.7 – 5.9 กรัมต่อตารางเมตร

กกทราย ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งกกทราย เฉลี่ย 0.0 – 3.1 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, alachlor 48% W/V EC และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งกกทราย เฉลี่ย 6.9 – 22.1 กรัมต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช isoxaflutole 75% WG ซึ่งมีน้ำหนักแห้งกกทราย เฉลี่ย 31.2 กรัมต่อตารางเมตร (Table 6)

การเจริญเติบโตและผลผลิต

พบว่า ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร และที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ในทุกกรรมวิธี มีความสูงและขนาดทรงพุ่มของต้นถั่วลิสงไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 22.1 – 27.8 และ 53.2 – 73.0 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 19.7 – 28.8 และ 48.4 – 57.2 เซนติเมตร (Table 7)

จำนวนฝักต่อต้น พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, isoxaflutole 75% WG และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ย 30.5 – 38.5 ฝัก มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC ที่มีจำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ย 28.0 ฝัก แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, alachlor 48% W/V EC และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีจำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ย 11.3 – 24.5 ฝัก

น้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, isoxaflutole 75% WG และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 111.5 – 136.0 กรัม มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 105.8 – 107.0 กรัม แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช amicarbazone 70% WG และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 69.0 – 71.0 กรัม

ผลผลิตต่อไร่ของถั่วลิสง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL ให้ผลผลิตถั่วลิสงมากที่สุด เฉลี่ย 422.5 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 347.5 – 365.0 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีมีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, amicarbazone 70% WG และ alachlor 48% W/V EC ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 222.5 – 240.0 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งในกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ให้ผลผลิตถั่วลิสงเฉลี่ยมากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชมีผลผลิตเฉลี่ย 190.0 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 8)

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบผลของสารกำจัดวัชพืชในถั่วลิสงต่อข้าวในสภาพนาหว่านแห้ง

จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา ที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังหว่านข้าว พบว่าในทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมา ไม่ทำให้ข้าวแสดงอาการเป็นพิษ ในทุกระยะการประเมินเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (Table 9)

จำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตร ที่ 20 วันหลังหว่านข้าว พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมา และกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช มีจำนวนต้นข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนต้นข้าวเฉลี่ย 96.3 – 98.5 ต้นต่อตารางเมตร

ความสูงของต้นข้าว ที่ 30 และ 60 วันหลังหว่านข้าว พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมา และกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช ต้นข้าวมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากต้นข้าวไม่ได้รับผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืช โดยที่ความสูงของต้นข้าวที่ระยะ 30 วันหลังหว่านข้าว เฉลี่ย 36.1 - 39.6 เซนติเมตร และ ที่ระยะ 60 วันหลังหว่านข้าว เฉลี่ย 54.1 - 56.7 เซนติเมตร

ความสูงของต้นข้าว ที่ 90 วันหลังหว่านข้าว พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมา และกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช ต้นข้าวมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความสูงของต้นข้าวที่ระยะ 90 วันหลังหว่านข้าว เฉลี่ย 82.3 – 85.8 เซนติเมตร

ผลผลิตข้าว พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมาทุกกรรมวิธี กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่มีผลผลิตของข้าว เฉลี่ย 285 – 310 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 10)

แปลงที่ 2 อ.ดอนเจดีย์ จ.สุพรรณบุรี

ชนิดและปริมาณวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังการใช้สารกำจัดวัชพืช พบจำนวนวัชพืช 343.5 ต้นต่อตารางเมตร แบ่งเป็นวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (L.) Link) จำนวน 306.0 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็น 89.1เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชทั้งหมด วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ เซ่ง (*Melochia carchorifolia* (L.)) จำนวน 18.5 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็น 5.4 เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชทั้งหมด และ วัชพืชประเภทกก ได้แก่ กกทราย (*Cyperus iria* L.) จำนวน 19.0 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็น 5.5 เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชทั้งหมด (Table 11)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อถั่วลิสง

จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC ไม่ทำให้ถั่วลิสงแสดงอาการเป็นพิษ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สาร isoxaflutole 75% WG ต้นถั่วลิสงแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อย ที่ระดับ 3 โดยที่ใบแสดงอาการเปลี่ยนสีเป็นสีขาว และต้นเตี้ยเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC ไม่ทำให้ถั่วลิสงแสดงอาการเป็นพิษ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สาร isoxaflutole 75% WG ต้นถั่วลิสงใบที่เป็นสีขาวเปลี่ยนกลับมาเป็นสีเขียวและยังมีอาการเป็นพิษโดยทำให้ต้นเตี้ย เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (Table 12)

ประสิทธิภาพโดยรวม

จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระดับ 7.0 – 7.5 ส่วนในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ปานกลางที่ระดับ 5

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุม

วัชพืชได้ปานกลางที่ระดับ 4.5 – 5.0 ส่วนกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช isoxaflutole 75% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับเล็กน้อยที่ระดับ 3

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ปานกลางที่ระดับ 4.0 – 5.0 ส่วนกรรมวิธีที่การใช้สารกำจัดวัชพืช isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ในระดับเล็กน้อยที่ระดับ 3 (Table 13)

ประสิทธิภาพแยกเป็นชนิดวัชพืช

หญ้านกสีชมพู จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช dimethenamid-p 72% W/V EC และ isoxaflutole 75% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้านกสีชมพู ได้ระดับดีที่ 7.0 ส่วนในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้านกสีชมพู ได้ปานกลางที่ระดับ 4.0 – 5.0

เซ่ง จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC และ isoxaflutole 75% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมเซ่ง ได้ดีถึงสมบูรณ์ ที่ระดับ 7.0 – 10.0 ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช alachlor 48% W/V EC ประสิทธิภาพในการควบคุมเซ่ง ได้ปานกลางที่ระดับ 6.0

กกทราย จากการประเมินประสิทธิภาพด้วยสายตา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL และ alachlor 48% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี ที่ระดับ 9.0 ส่วนกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, isoxaflutole 75% WG dimethenamid-p 72% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมกกทรายได้ในระดับปานกลาง ที่ระดับ 4.0 – 5.0 แต่ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช isoxaflutole 75% WG มีประสิทธิภาพในการควบคุมกกทราย ได้เล็กน้อยที่ระดับ 3 (Table 14)

จำนวนต้นวัชพืช

จากการสุ่มนับจำนวนต้นวัชพืช ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร พบว่า หญ้านกสีชมพู ในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ไม่พบหญ้านกสีชมพู มีจำนวนหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 0.0 น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG และ dimethenamid-p 72% W/V EC ที่มีจำนวนหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 39.0 – 69.3 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้

สารกำจัดวัชพืช, isoxaflutole 75% WG, และ imazapic 24% W/V SL, alachlor 48% W/V EC และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีจำนวนหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 102.5 – 306.0 ต้นต่อตารางเมตร

เช่ง ในทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนต้นเช่ง เฉลี่ย 0.0 – 8.5 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีจำนวนต้นเช่ง เฉลี่ย 18.5 ต้นต่อตารางเมตร

กกทราย ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, alachlor 48% W/V EC และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนต้นกกทราย เฉลี่ย 0.0 – 4.5 ต้นต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช dimethenamid-p 72% W/V EC และ isoxaflutole 75% WG ที่มีจำนวนกกทราย เฉลี่ย 6.0 – 12.0 ต้นต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชซึ่งมีจำนวนกกทราย เฉลี่ย 19.0 ต้นต่อตารางเมตร (Table 15)

น้ำหนักแห้งวัชพืช

จากการชั่งน้ำหนักแห้งต้นวัชพืช ที่ระยะ 35 วันหลังพ่นสาร พบว่า หญ้านกสีชมพู ในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ไม่พบหญ้านกสีชมพู เฉลี่ย 0.0 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC มีน้ำหนักแห้งหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 12.8 – 22.6 กรัมต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งหญ้านกสีชมพูเฉลี่ย 44.1 – 86.3 กรัมต่อตารางเมตร

เช่ง ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, isoxaflutole 75% WG, amicarbazone 70% WG และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีน้ำหนักแห้งเช่ง เฉลี่ย 0.0 – 0.1 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช dimethenamid-p 72% W/V EC ที่มีน้ำหนักแห้งเช่ง เฉลี่ย 2.1 กรัมต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช alachlor 48% W/V EC และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเช่ง เฉลี่ย 3.7 – 7.2 กรัมต่อตารางเมตร

กกทราย ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, alachlor 48% W/V EC และในกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ไม่พบกกทราย จึงมีน้ำหนักแห้งกกทราย เฉลี่ย 0.0 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG และ dimethenamid-p 72% W/V EC ที่มีน้ำหนักแห้งกกทราย เฉลี่ย 2.0 – 5.9 กรัมต่อตารางเมตร แต่น้อยกว่าแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช isoxaflutole 75% WG และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีน้ำหนักแห้งกกทราย เฉลี่ย 11.2 และ 16.9 กรัมต่อตารางเมตร (Table 16)

การเจริญเติบโตและผลผลิต

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า ในทุกกรรมวิธี มีความสูงต้นถั่วลิสงไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 31.0 – 39.1 เซนติเมตร ส่วนที่ระยะเก็บเกี่ยว ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช isoxaflutole 75% WG มีความสูงเฉลี่ย 54.8 เซนติเมตร มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีความสูงเฉลี่ย 49.4 - 50.8 เซนติเมตร แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, alachlor 48% W/V EC และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ที่มีความสูงเฉลี่ย 39.4 - 48.6 เซนติเมตร

ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า ขนาดทรงพุ่มของต้นถั่วลิสง ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP มีความสูงเฉลี่ย 53.6 เซนติเมตร มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG, alachlor 48% W/V EC และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 36.8 – 49.0 เซนติเมตร แต่มีขนาดทรงพุ่มแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 30.5 เซนติเมตร (Table 17)

จำนวนฝักต่อต้น พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, isoxaflutole 75% WG และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน มีจำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ย 30.8 – 33.0 ฝัก มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen 23.5% W/V EC, dimethenamid-p 72% W/V EC และ alachlor 48% W/V EC ที่มีจำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ย 22.8 ฝัก แต่มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช amicarbazone 70% WG, และกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีจำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ย 8.3 – 17.5 ฝัก

น้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช dimethenamid-p 72% W/V EC มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 129.0 กรัม มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, isoxaflutole 75% WG, amicarbazone 70% WG, alachlor 48% W/V EC กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และ กรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 79.8 – 115.8 กรัม

ผลผลิตต่อไร่ของถั่วลิสง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL และ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ให้ผลผลิตถั่วลิสง เฉลี่ย 496.9 – 554.8 กิโลกรัมต่อไร่ มาก

ว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช flumioxazin 50% WP, oxyfluorfen 23.5% W/V EC, amicarbazone 70% WG, dimethenamid-p 72% W/V EC, isoxaflutole 75% WG และ alachlor 48% W/V EC ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 347.5 – 365.0 กิโลกรัมต่อไร่ 210.0 – 365.9 กิโลกรัมต่อไร่ และในทุกกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช ให้ผลผลิตถั่วลิสงเฉลี่ยมากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชมีผลผลิตเฉลี่ย 186.5 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 18)

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบผลของสารกำจัดวัชพืชในถั่วลิสงต่อข้าวในสภาพนาหว่านแห้ง

จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา ที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังหว่านข้าว พบว่าในทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมา ไม่ทำให้ข้าวแสดงอาการเป็นพิษ ในทุกระยะการประเมินเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช (Table 19)

จำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตร ที่ 20 วันหลังหว่านข้าว พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมา กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช มีจำนวนต้นข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนต้นข้าวเฉลี่ย 147.9 – 167.1 ต้นต่อตารางเมตร (Table 10)

ความสูงของต้นข้าว ที่ 30 และ 60 วันหลังหว่านข้าว พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมา กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช ต้นข้าวมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากต้นข้าวไม่ได้รับผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืช โดยที่ความสูงของต้นข้าวที่ระยะ 30 วันหลังหว่านข้าว เฉลี่ย 24.6 - 29.8 เซนติเมตร และที่ระยะ 60 วันหลังหว่านข้าว เฉลี่ย 53.2 - 58.2 เซนติเมตร (Table 10)

ความสูงของต้นข้าว ที่ 90 วันหลังหว่านข้าว พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมา กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช ต้นข้าวมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความสูงของต้นข้าวที่ระยะ 90 วันหลังหว่านข้าว เฉลี่ย 92.1 – 97.7 เซนติเมตร (Table 10)

ผลผลิตข้าว พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสงในฤดูที่ผ่านมาทุกกรรมวิธี กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช มีผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่มีผลผลิตของข้าว เฉลี่ย 295.3 – 316.6 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 20)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการทดลองผลของสารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชในถั่วลิสง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช imazapic 24% W/V SL, dimethenamid-p 72% W/V EC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี วัชพืชที่ควบคุมได้ เช่น หญ้านกสีชมพู หญ้าชันกาด หญ้าดอกขาว เซ่ง เถาสะอึก และกกทราย โดยที่สามารถลดจำนวนต้น และน้ำหนักแห้งของวัชพืชได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช และทำให้ถั่วลิงสงมีองค์ประกอบผลผลิตที่ดี ได้รับผลผลิตที่สูงอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งการปลูกข้าวในพื้นที่ที่ปลูกถั่วลิสงโดยมีการใช้สารกำจัดวัชพืชยังไม่ส่งผลกระทบต่อการการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าว

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของแปลงถั่วลิสงที่อนุเคราะห์แปลงทดลอง และนักวิชาการเกษตรกลุ่มวิจัยวัชพืช ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ปาริชาติ ผดุงกิจ นวลนภา เหมเนียม ปาริชาติ พรหมโชติ สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ และอุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช. 2556. ผลของสารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์ต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9. หน้า 505 – 511. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52: สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.*

สมศักดิ์ อิทธิพงษ์. 2554. *วัชพืชในแปลงถั่วลิสงและการป้องกันกำจัด*. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง ถั่วเขียวและถั่วลิสง: การบริหารจัดการศัตรูพืช. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 115 – 126.

อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ และสุรีรัตน์ ทองคำ. 2554. *วัชพืชในแปลงถั่วลิสงและการป้องกันกำจัด*. เอกสารประกอบการฝึกอบรม เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง: การบริหารจัดการศัตรูพืช. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 115 – 126.

Matocha, M. A. 2000. *The persistence of imazapic in peanut (Arachis hypogaes L.) crop rotation*. (Online). Available. http://hdl.handle.net/1969.1/ETD-TAMU-2000-THESIS-M385 (April 22, 2021).

Johnson C. 2013. *Effect of weed control developments on peanut yield trends*. (Online). Available. https://apresinc.com/wp-content/uploads/2013/08/Carroll-Johnson-APRES-2013 (April 22, 2021).

Table 1 Weeds and weed number in Untreated check at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Weed	Weed number (plant/m^2)	Percent
Narrow leaves Weed		
- หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (L.) Link)	65.3	39.0
- หญ้าชันกาด (*Panicum repens* (L.))	11.8	7.0
- หญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* Nees)	26.8	16.0
Broadleaves Weed		
- เซ่ง (*Melochia carchorifolia* (L.))	17.3	10.3
- เถาสะอึก (*Merremia hederaceae* (Burm. f.) Hall.)	7.0	4.2
Sedges Weed		
- กกทราย (*Cyperus iria* L.)	39.3	23.5
Total	167.5	100.0

Table 2 Phytotoxicity of herbicide to Peanut at 15 and 30 Days after application at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Phytotoxicity	
		15 DAA	30 DAA
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	0	0
2. flumioxazin 50% WP	20	0	0
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47	0	0
4. amicarbazone 70% WG	140	0	0
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	0	0
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	5	5
7. alachlor 48% W/V EC	336	0	0
8. Hand weeding	-	0	0
9. Untreated check	-	0	0

Phytotoxicity level: 0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAA = Days after application

Table 3 Efficacy of total weed control in Peanut at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy			
		15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	9.6	9.1	7.5	5.0
2. flumioxazin 50% WP	20	9.3	7.0	1.4	1.0
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47	9.6	7.3	2.0	0.0
4. amicarbazone 70% WG	140	9.3	4.8	1.4	0.0
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	9.4	6.5	3.0	2.5
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	9.5	7.0	3.0	0.0
7. alachlor 48% W/V EC	336	8.8	4.5	1.3	0.0
8. Hand weeding	-	-	-	-	-
9. Untreated check	-	-	-	-	-

Efficacy level: 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 4 Efficacy of weed control classified by species in Peanut at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy					
		Narrow leaves			Broad leave		Sedges
		หญ้านกสีชมพู	หญ้าชันกาด	หญ้าดอกขาว	เซ่ง	เถาสะอึก	กกทราย
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	9.0	9.0	10.0	9.5	9.5	9.0
2. flumioxazin 50% WP	20.0	9.0	9.5	10.0	9.5	9.5	7.0
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	9.5	9.5	8.0	8.0	9.0	7.5
4. amicarbazone 70% WG	140.0	7.0	9.0	6.0	9.0	9.0	8.0
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	9.5	10.0	7.0	8.0	9.0	4.0
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	9.5	10.0	6.0	8.0	9.0	8.0
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	4.0	10.0	7.0	8.0	9.0	9.0
8. Hand weeding	-	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
9. Untreated check	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Efficacy level: 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 5 Effected of herbicides to Number of weeds at 35 Days after application in Peanut at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Weed number (plant/m^2)					
		Narrow leaves			Broad leave		Sedges
		หญ้านกสีชมพู	หญ้าชันกาด	หญ้าดอกขาว	เซ่ง	เถาสะอึก	กกทราย
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	29.0 ab[1/]	6.8 ab	0.0 a	0.3 a	0.5 a	1.0 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	34.3 ab	1.0 a	0.0 a	0.8 a	0.3 a	6.3 a
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	13.5 a	5.5 ab	9.5 ab	5.3 a	1.5 a	7.0 a
4. amicarbazone 70% WG	140.0	27.0 ab	0.5 a	28.5 b	0.8 a	0.0 a	17.3 ab
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	7.8 a	0.0 a	9.0 ab	3.3 a	1.8 a	8.3 a
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	6.5 a	0.0 a	14.8 ab	4.0 a	1.5 a	24.8 ab
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	38.3 ab	0.0 a	3.3 ab	6.0 a	2.5 a	4.3 a
8. Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
9. Untreated check	-	65.3 b	11.8 b	26.8 b	17.3 b	7.0 b	29.3 b
C.V. (%)		66.60	133.11	107.01	98.60	109.96	103.86

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 6 Effected of herbicides to Weeds dry weight at 35 Days after application in Peanut at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Weed dry weight (g/m^2)					
		Narrow leaves			Broad leave		Sedges
		หญ้านกสีชมพู	หญ้าชันกาด	หญ้าดอกขาว	เซ่ง	เถาสะอึก	กกทราย
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	17.0 a[1/]	7.4 a	0.0 a	1.0 a	0.6 a	0.8 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	67.8 ab	2.7 a	0.0 a	1.1 a	0.1 a	3.1 a
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	38.9 ab	3.7 a	18.3 ab	5.7 ab	3.4 ab	8.7 ab
4. amicarbazone 70% WG	140.0	62.9 ab	5.9 a	34.2 b	1.1 a	0.0 a	22.1 ab
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	39.3 ab	0.0 a	12.8 ab	4.6 ab	5.9 b	7.5 ab
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	23.5 a	0.0 a	4.5 a	1.9 a	1.5 ab	31.2 b
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	77.6 ab	0.0 a	2.9 a	4.4 ab	1.6 ab	6.9 ab
8. Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
9. Untreated check	-	114.6 b	18.6 b	12.7 ab	10.1 b	5.7 b	19.4 ab
C.V. (%)		84.37	106.04	95.51	95.27	84.41	92.06

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 7 Effected of herbicides to Development in Peanut at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Growth			
		Plant height (cm)		Bush width (cm)	
		30 DAA	Harvest	30 DAA	Harvest
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	23.3 a[1/]	56.7 a	27.3 a	57.2 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	27.5 a	73.0 a	26.8 a	53.8 a
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	27.8 a	67.5 a	27.4 a	54.8 a
4. amicarbazone 70% WG	140.0	24.4 a	61.4 a	23.7 a	50.1 a
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	22.2 a	59.7 a	26.8 a	52.5 a
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	22.1 a	63.0 a	23.3 a	48.8 a
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	24.3 a	61.0 a	20.4 a	50.1 a
8. Hand weeding	-	26.6 a	53.2 a	28.8 a	50.3 a
9. Untreated check	-	23.9 a	67.5 a	19.7 a	48.4 a
C.V. (%)		10.21	15.15	9.80	16.24

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 8 Effected of herbicides to Yield and Yield component of Peanut at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Yield component		Yield (kg/rai)
		Number of Pods (pods/plant)	Weight 100 seeds (g)	
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	38.5 a[1/]	119.0 a	422.5 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	31.5 a	112.5 a	240.0 bc
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	28.0 ab	107.0 ab	365.0 ab
4. amicarbazone 70% WG	140.0	12.5 c	71.0 bc	222.5 bc
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	23.8 b	136.0 a	347.5 ab
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	30.5 a	111.5 a	357.5 ab
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	24.5 b	105.8 ab	232.5 bc
8. Hand weeding	-	36.0 a	130.0 a	350.0 ab
9. Untreated check	-	11.3 c	69.0 c	190.0 c
C.V. (%)		73.64	14.30	31.10

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 9 Phytotoxicity of herbicide to Direct seed dry sow Rice at 7, 15 and 30 Days after application at Nhong-ya-sai district, Suphanburi Province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Phytotoxicity		
		7 DAS	15 DAS	30 DAS
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	0	0	0
2. flumioxazin 50% WP	20	0	0	0
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47	0	0	0
4. amicarbazone 70% WG	140	0	0	0
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	0	0	0
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	0	0	0
7. alachlor 48% W/V EC	336	0	0	0
8. Hand weeding	-	-	-	-
9. Untreated check	-	-	-	-

Phytotoxicity level: 0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAS = Days after sowing

Table 10 Effected of herbicides to Yield and Yield component of Direct seed dry sow Rice at Nhong-ya-sai district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Numbers of Rice/ m^2	Hight (cm)			Yield (kg/rai)
			30 DAS	60 DAS	90 DAS	
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	96.3 a[1/]	39.6 a	56.7 a	83.2 a	300.3 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	98.0 a	38.1 a	55.9 a	82.3 a	295.7 a
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	97.0 a	37.0 a	55.1 a	85.8 a	297.5 a
4. amicarbazone 70% WG	140.0	96.5 a	38.2 a	54.5 a	84.4 a	292.5 a
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	97.8 a	38.7 a	54.1 a	82.9 a	302.5 a
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	97.8 a	38.8 a	55.4 a	85.1 a	300.1 a
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	98.3 a	37.7 a	56.1 a	82.5 a	310.8 a
8. Hand weeding	-	98.5 a	38.5 a	54.5 a	85.5 a	290.7 a
9. Untreated check	-	97.5 a	36.1 a	55.3 a	83.6 a	285.6 a
C.V. (%)		16.29	23.78	32.91	28.52	25.50

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

DAS = Days after sowing

Table 11 Weeds and weed number in Untreated check at Don chedi district, Suphanburi province.

Weed	Weed number (plant/m^2)	Percent
Narrow leaves Weed		
- หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (L.) Link)	306.0	89.1
Broadleaves Weed		
- เซ่ง (*Melochia carchorifolia* (L.))	18.5	5.4
Sedges Weed		
- กกทราย (*Cyperus iria* L.)	19.0	5.5
Total	343.5	100.0

Table 12 Phytotoxicity of herbicide to Peanut at 15 and 30 Days after application at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Phytotoxicity	
		15 DAA	30 DAA
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	0	0
2. flumioxazin 50% WP	20.0	0	0
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	0	0
4. amicarbazone 70% WG	140.0	0	0
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	0	0
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	3	0
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	0	0
8. Hand weeding	-	-	-
9. Untreated check	-	-	-

Phytotoxicity level: 0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAA = Days after application

Table 13 Efficacy of total weed control in Peanut at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy		
		15 DAA	30 DAA	60 DAA
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	5.0	4.5	4.0
2. flumioxazin 50% WP	20.0	7.0	5.0	4.0
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	7.5	4.5	4.0
4. amicarbazone 70% WG	140.0	7.5	5.0	4.0
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	7.5	5.0	5.0
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	7.0	3.0	3.0
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	7.5	5.0	3.0
8. Hand weeding	-	10.0	10.0	10.0
9. Untreated check	-	0.0	0.0	0.0

Efficacy level: 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 14 Efficacy of weed control classified by species in Peanut at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Efficacy		
		Narrow leaves	Broad leave	Sedges
		หญ้านกสีชมพู	เซ่ง	กกทราย
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	4.0	9.5	9.0
2. flumioxazin 50% WP	20.0	5.0	10.0	4.0
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	5.0	9.5	4.0
4. amicarbazone 70% WG	140.0	5.0	10.0	7.0
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	7.0	7.0	5.0
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	7.0	10.0	3.0
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	5.0	6.0	9.0
8. Hand weeding	-	10.0	10.0	10.0
9. Untreated check	-	0.0	0.0	0.0

Efficacy level: 0 = no control, 1 – 3 = slightly control, 4 – 6 = moderately control, 7 – 9 = good control, 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 15 Effected of herbicides to Number of weeds at 35 Days after application in Peanut at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Weed number (plant/m^2)		
		Narrow leaves	Broad leave	Sedges
		หญ้านกสีชมพู	เซ่ง	กกทราย
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	151.8 b[1/]	0.3 a	0.0 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	69.3 ab	0.0 a	4.5 a
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	56.5 ab	0.3 a	2.5 a
4. amicarbazone 70% WG	140.0	44.5 ab	0.0 a	2.0 ab
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	43.5 ab	6.0 a	6.0 ab
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	39.0 ab	0.0 a	12.0 ab
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	102.5 b	8.5 a	0.0 a
8. Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a
9. Untreated check	-	306.0 c	18.5 b	19.0 b
C.V. (%)		55.22	89.97	95.11

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test

Table 16 Effected of herbicides to Weeds dry weight at 35 Days after application in Peanut at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Weed dry weight (g/m^2)		
		Narrow leaves	Broad leave	Sedges
		หญ้านกสีชมพู	เซ่ง	กกทราย
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	44.1 b[1/]	0.1 a	0.0 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	22.6 ab	0.0 a	4.4 ab
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	17.6 ab	0.1 a	2.5 ab
4. amicarbazone 70% WG	140.0	13.8 ab	0.0 a	2.0 ab
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	13.5 ab	2.1 ab	5.9 ab
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	12.8 ab	0.0 a	11.2 b
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	28.3 ab	3.7b	0.0 a
8. Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a
9. Untreated check	-	86.3 c	7.2 c	16.9 c
C.V. (%)		48.21	85.61	104.67

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test

Table 17 Effected of herbicides to Development in Peanut at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Growth			
		Plant height (cm)		Bush width (cm)	
		30 DAA	Harvest	30 DAA	Harvest
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	37.6 a	46.9 b	29.8 a	45.3 ab
2. flumioxazin 50% WP	20.0	39.1 a	50.8 ab	33.3 a	53.6 a
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	38.1 a	45.3 b	40.0 a	44.9 ab
4. amicarbazone 70% WG	140.0	32.8 a	48.6 b	16.1 b	36.8 ab
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	31.3 a	42.2 bc	33.2 a	38.4 ab
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	36.5 a	54.8 a	33.0 a	49.0 ab
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	35.9 a	39.4 c	37.7 a	39.5 ab
8. Hand weeding	-	36.0 a	41.1 bc	29.2 ab	48.9 ab
9. Untreated check	-	31.0 a	49.4 ab	26.8 ab	30.5 b
C.V. (%)		19.46	11.64	21.94	18.19

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test

Table 18 Effected of herbicides to Yield and Yield component of Peanut at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Yield component		Yield (kg/rai)
		Number of Pods (pods/plant)	Weight 100 seeds (g)	
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	32.0 a	115.1 b	496.9 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	33.0 a	114.2 b	302.9 bc
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	22.8 ab	111.3 b	330.1 b
4. amicarbazone 70% WG	140.0	8.3 c	84.8 c	210.6 c
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	25.0 ab	129.0 a	365.9 b
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	30.8 a	110.0 b	362.0 b
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	26.5 ab	115.7 b	310.3 bc
8. Hand weeding	-	33.0 a	103.5 b	554.8 a
9. Untreated check	-	17.5 b	79.8 c	186.5 d
C.V. (%)		29.94	16.46	23.71

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test

Table 19 Phytotoxicity of herbicide to Direct seed dry sow Rice at 7, 15 and 30 Days after application at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Phytotoxicity		
		7 DAS	15 DAS	30 DAS
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	0	0	0
2. flumioxazin 50% WP	20	0	0	0
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47	0	0	0
4. amicarbazone 70% WG	140	0	0	0
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	0	0	0
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	0	0	0
7. alachlor 48% W/V EC	336	0	0	0
8. Hand weeding	-	-	-	-
9. Untreated check	-	-	-	-

Phytotoxicity level: 0 = normal, 1 – 3 = slightly toxic, 4 – 6 = moderately toxic, 7 – 9 = severely toxic, 10 = completely killed

DAS = Days after sowing

Table 20 Effected of herbicides to Yield and Yield component of Direct seed dry sow Rice at Don chedi district, Suphanburi province.

Treatment	Application Rate (g ai. /rai)	Numbers of Rice/ m^2	Hight (cm)			Yield (kg/rai)
			30 DAS	60 DAS	90 DAS	
1. imazapic 24% W/V SL	19.2	162.3 a[1/]	25.4 a	55.3 a	93.0 a	316.6 a
2. flumioxazin 50% WP	20.0	154.2 a	28.3 a	58.2 a	95.1 a	299.8 a
3. oxyfluorfen 23.5% W/V EC	47.0	157.8 a	29.8 a	54.4 a	95.7 a	311.3 a
4. amicarbazone 70% WG	140.0	152.5 a	24.6 a	54.0 a	94.5 a	295.1 a
5. dimethenamid-p 72% W/V EC	100.8	147.9 a	25.3 a	54.8 a	92.1 a	308.1 a
6. isoxaflutole 75% WG	13.5	150.7 a	28.9 a	57.8 a	97.7 a	302.5 a
7. alachlor 48% W/V EC	336.0	151.4 a	24.6 a	53.2 a	92.5 a	300.8 a
8. Hand weeding	-	150.8 a	26.9 a	54.9 a	96.5 a	295.3 a
9. Untreated check	-	167.1 a	28.1 a	55.7 a	93.1 a	305.5 a
C.V. (%)		13.50	9.16	11.71	10.92	21.56

[1/]Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test

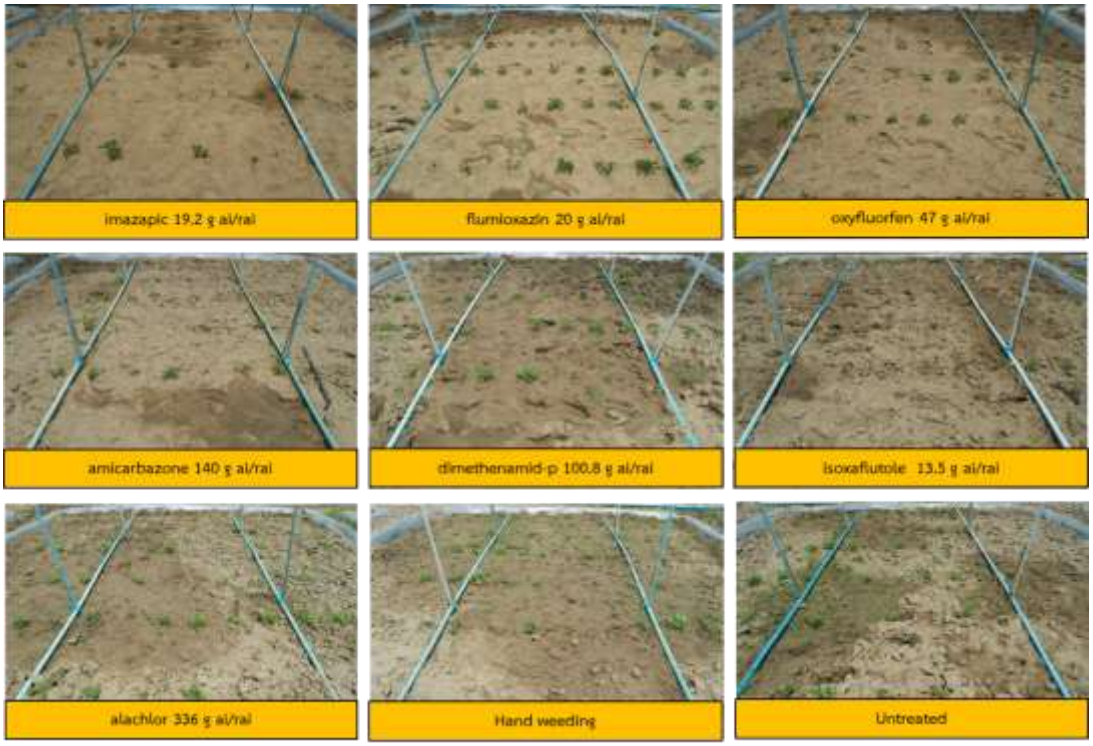


Figure 1 Efficacy of herbicides to peanut on 15 days after application

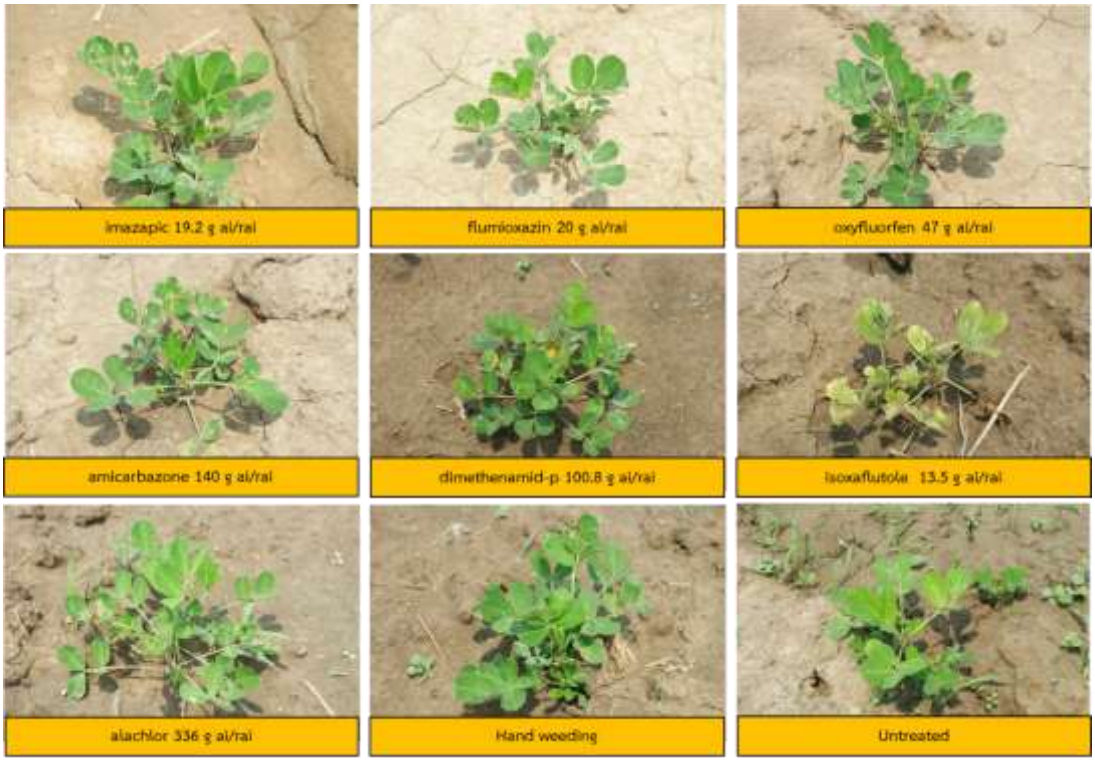


Figure 2 Efficacy of herbicides to peanut on 15 days after application

Figure 3 Efficacy of herbicides to peanut on 30 days after application

Figure 4 Phytotoxicity of herbicides to peanut on 30 days after application

Figure 5 Efficacy of herbicides to peanut on 45 days after application

Figure 6 Efficacy of herbicides to peanut on 60 days after application

เทคนิคการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* Weiser ควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้าด้วยระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

Control of Flea Beetle in Chinese Kale by Apply Entomopathogenic Nematode (*Steinernema carpocapsae* Weiser) With Sprinkler Irrigation System

สุภางคนา ถิรวุธ วิไลวรรณ เวชยันต์ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท
วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร สรรชัย เพชรธรรมรส
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพเทคนิคการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* Weiser ควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้าด้วยระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ดำเนินการทดลองที่แปลงเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2563 และทำการทดลองซ้ำระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2564 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 5 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร, กรรมวิธีพ่นสารฟิโปรนิล 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในคะน้าได้ดีกว่ากรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่

รหัสการทดลอง 03-33-60-01-01-00-06-62

คำนำ

ด้วงหมัดผักเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของพืชตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปม ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ผักกาดเขียวปลี และผักกาดหัว ระยะกล้าของผักที่มีอายุตั้งแต่ปลูกถึง 1 เดือนเป็นระยะที่สำคัญหากถูกทำลายจะทำให้ผักมีผลผลิตลดลงไม่สามารถส่งขายตลาดได้ หนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จะกัดกินรากของผักหรืออาจชอนไชเข้าไปกินอยู่บริเวณโคนต้นและแทะกินบริเวณผิวของรากทำให้พืชมีอาการเหี่ยวเฉาและตายในที่สุด สำหรับตัวเต็มวัยเข้าทำลายพืชผักทำให้เกิดความเสียหายมากมายโดยการกัดกินผิวด้านลางของใบจนทำให้ใบมีลักษณะเป็นรูพรุนทั่วทั้งใบ โดยเกษตรกรมักใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจำนวนหลายชนิดในการพ่นและพ่นในอัตราที่สูงจำนวนบ่อยครั้งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ด้วงหมัดผักเริ่มสร้างความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลง อีกทั้งยังเป็นสาเหตุทำให้พบสารตกค้างในผลผลิตพืชตระกูลกะหล่ำเป็นประจำ นอกจากนี้เกษตรกรโดยส่วนใหญ่มักจ้างแรงงานในการพ่นสาร ซึ่งปัจจุบันค่าจ้างแรงงานในการพ่นสารเพิ่มสูงขึ้น นับเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการผลิตในภาคเกษตรสูงขึ้นด้วย จากการศึกษาของกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพพบว่าการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* Weiser ในการควบคุมด้วงหมัดผักนับเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถช่วยควบคุมจำนวนประชากรด้วงหมัดผักให้ลดลงได้ โดยใช้ไส้เดือนฝอยจำนวน 320 ล้านตัว/พื้นที่ 1 ไร่/ น้ำ 160 ลิตร พ่นหรือราดลงดินโดยใช้เครื่องพ่นหรือบัวรดน้ำ ทุก 10 วัน หลังหว่าน (วัชรีและคณะ, 2534) จากสภาพการปลูกพืชตระกูลกะหล่ำของเกษตรกรที่นิยมใช้ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ทางกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงเห็นว่าการนำไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ที่เกษตรกรใช้งานโดยปกติ น่าจะวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนในการพ่นสาร ประหยัดแรงงานและประหยัดเวลา เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากและเกษตรกรไม่ต้องลงทุนในการทำระบบสามารถใช้ร่วมกับการให้น้ำพืชตามปกติได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงคะน้า
2. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำประกอบหัวฉีดแบบกรวยกลวง
3. สารกำจัดแมลง fipronil 5% W/V SC
4. วาล์วดูดจ่ายสารละลาย (Venturi)
5. หัวสปริงเกลอร์
6. สารจับใบ
7. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ, วัดความชื้นสัมพัทธ์, วัดความเร็วลมและนาฬิกาจับเวลา
8. ชุดพ่นสาร
9. อุปกรณ์ชั่งตวงวัด

วิธีการ

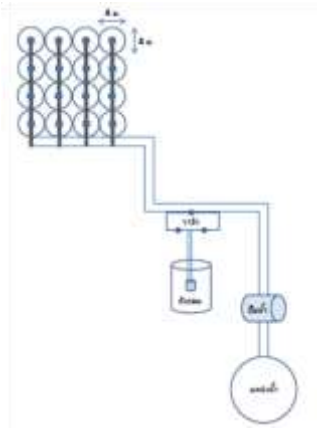
การทดลองที่ 1 การออกแบบและทดสอบระบบการใช้ไส้เดือนฝอยร่วมกับระบบน้ำสปริงเกลอร์เบื้องต้น

ทำการทดลองแปลงคะน้าของเกษตรกรที่มีการให้น้ำโดยระบบสปริงเกลอร์ ในอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ขนาดพื้นที่แปลงย่อย 256 ตารางเมตร โดยวางหัวสปริงเกลอร์ทั้งหมด 16 หัว โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. ทำการปล่อยน้ำและวัดอัตราการไหลของหัวสปริงเกลอร์แต่ละหัว จำนวน 3 ครั้ง และบันทึกข้อมูลหาค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของแต่ละหัว

2. จากนั้นได้ทำการทดลองเปิดระบบวาล์วดูดจ่ายสาร (ventury) เข้าสู่ระบบน้ำสปริงเกลอร์ โดยในถังผสมจะบรรจุน้ำเปล่าเพื่อเป็นตัวแทนของสารแขวนลอยไส้เดือนฝอย ทำการวัดอัตราการดูดน้ำของวาล์วดูดจ่ายสาร (ventury) ดำเนินการซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่ใช้ในการผสมไส้เดือนฝอยเพื่อใช้ในการทดลอง

3. จากนั้นทดลองการใช้ไส้เดือนฝอยร่วมกับระบบน้ำสปริงเกลอร์ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ออกจากหัวสปริงเกลอร์ขณะปล่อยไส้เดือนฝอยทุกหัว จำนวน 3 ครั้ง เพื่อนำมาใช้ในการทดลองที่ 2 ต่อไป



ภาพที่ 1 แสดงระบบการปล่อยไส้เดือนฝอยร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

การทดลองที่ 2 ศึกษาความอยู่รอดและประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ระยะ IJ ที่ถูกใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

แบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาความอยู่รอดของไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* โดยการเก็บตัวอย่างไส้เดือนฝอยที่ใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ หัวละ 6 ลิตร นำมาตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยที่ตายและยังมีชีวิตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเปรียบเทียบกับสารแขวนลอยไส้เดือนฝอยที่ไม่ผ่านระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์คำนวณค่า Relative viability (V%) ตามสูตร

$$V\% = \frac{\text{จำนวนไส้เดือนฝอยที่มีชีวิต} \times 100}{\text{จำนวนไส้เดือนฝอยที่มีชีวิต} + \text{จำนวนไส้เดือนฝอยที่ตาย}}$$

2.2 ศึกษาประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือน*ฝอย S. carpocapsae* ดำเนินการทดลองด้วยวิธี paper bioassay ตามวิธีการของ Glazer and Lewis (2000) โดยใช้จานทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ภายในรองก้นด้วยกระดาษกรองจำนวน 1 แผ่น ทำการหยดสารแขวนลอยไส้เดือนฝอยที่ได้จากการทดลองที่ 1 จำนวน 500 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรองในจานพลาสติกขนาด 9 เซนติเมตร ก่อนใส่หนอนกินรังผึ้ง (*Galleria mellonella*) จานละ 10 ตัว เก็บจานพลาสติกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้น ตรวจนับการตายของหนอนกินรังผึ้ง ที่ 72 ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบกับสารแขวนลอยไส้เดือนฝอยที่ไม่ผ่านระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ บันทึกจำนวนหนอนกินรังผึ้งที่ตาย

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิคการใช้ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ในการควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้าด้วยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* Weiser ในสภาพแปลงทดลอง

การทดลองที่ 3.1 (ปี 2563)

ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2563 ณ แปลงคะน้าของเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ขนาดพื้นที่แปลงย่อย 32 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ทุก 5 วัน ดำเนินการทดลองในแปลงคะน้าที่ใช้ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ระยะห่างระหว่างหัวสปริงเกลอร์ 4x4 เมตร ทำการปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ (วัชรีและคณะ, 2534) ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ทุก 5 วัน โดย ผสมไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* สูตรผงละลายน้ำ (NEMA DOA 50 WP) จำนวน 6.4 ล้านตัว/น้ำ 3.2 ลิตร/แปลงย่อย ลงในถังผสม ทำการเปิดระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์เพื่อรดน้ำคะน้าตามปกติเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเปิดวาล์วปล่อยสารแขวนลอยไส้เดือนฝอยที่ผสมไว้ในถังไปตามระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ เมื่อสารละลายไส้เดือนฝอยหมดถัง เปิดระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ต่ออีกประมาณ 10 นาทีเพื่อให้ความชุ่มชื้น

กรรมวิธีที่ 2 พ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ทุก 5 วัน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 วัน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร โดยให้เกษตรกรเป็นผู้พ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธี ชนิดสาร และอัตราที่เกษตรกรใช้ตามปกติ (เกษตรกรเลือกใช้สาร tolfenpyrad 16% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำประกอบหัวฉีดแบบกรวยกลวง โดยพ่นสารทุก 5 วัน)

กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย

ทำการทดลองปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และทำการพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ ไร่ โดยเริ่มปล่อยและพ่นไส้เดือนฝอยครั้งแรกหลังจากหว่านเมล็ดคะน้า 1 วัน ส่วนกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรได้เริ่มพ่นสารครั้งแรกหลังจากหว่านคะน้า 10 วัน

การทดลองที่ 3.2 (ปี 2564)

ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2564 ณ แปลงคะน้าของเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ทุก 5 วัน ดำเนินการทดลองในแปลงคะน้าที่ใช้ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ระยะห่างระหว่างหัวสปริงเกลอร์ 4x4 เมตร ทำการปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ (วัชรีและคณะ, 2534) ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ทุก 5 วัน โดย ผสมไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* สูตรผงละลายน้ำ (NEMA DOA 50 WP) จำนวน 6.4 ล้านตัว/น้ำ 3.2 ลิตร/แปลงย่อย ลงในถังผสม ทำการเปิดระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์เพื่อรดน้ำคะน้าตามปกติเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเปิดวาล์วปล่อยสารแขวนลอยไส้เดือนฝอยที่ผสมไว้ในถังไปตามระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ เมื่อสารละลายไส้เดือนฝอยหมดถัง เปิดระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ต่ออีกประมาณ 10 นาทีเพื่อให้ความชุ่มชื้น

กรรมวิธีที่ 2 พ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ทุก 5 วัน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 วัน ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร โดยให้เกษตรกรเป็นผู้พ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธี ชนิดสาร และอัตราที่เกษตรกรใช้ตามปกติ (เกษตรกรเลือกใช้สาร tolfenpyrad 16% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำประกอบหัวฉีดแบบกรวยกลวง โดยพ่นสารทุก 5 วัน)

กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย

ทำการทดลองปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และทำการพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ ไร่ โดยเริ่มปล่อยและพ่นไส้เดือนฝอยครั้งแรกหลังจากหว่านเมล็ดคะน้า 1 วัน ส่วนกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ได้เริ่มพ่นสารครั้งแรกหลังจากหว่านคะน้า 10 วัน (การทดลองที่ 1) และ 15 วัน (การ

ทดลองที่ 2) สำหรับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรได้เริ่มพ่นสารครั้งแรกหลังจากหว่านคะน้า 5 วัน โดยพ่นสารทุก 4วัน

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

ทำการสุ่มตรวจนับจำนวนด้วงหมัดผักและประเมินร่องรอยการทำลายตามวิธีของ Kuusk and Ekbom (2005) ก่อนทำการพ่นสารและหลังพ่นสาร 5 วัน จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย โดยแบ่งระดับความเสียหายเป็น 5 ระดับ ดังนี้

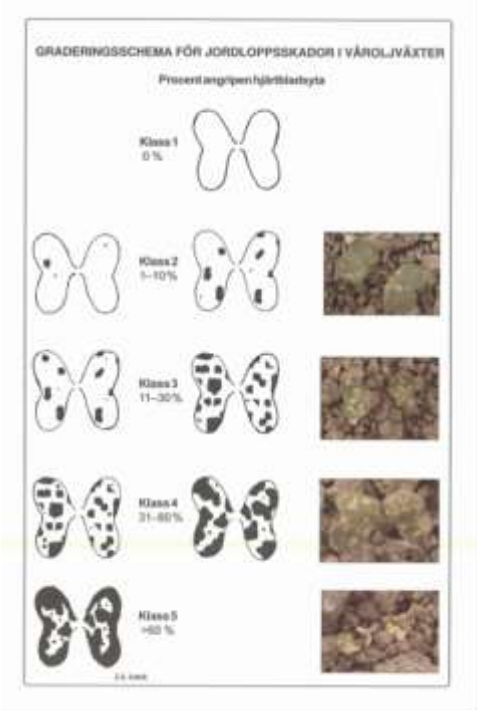
ระดับ 1 ไม่พบรอยทำลาย

ระดับ 2 พบรอยทำลายบนใบพืช 1 – 10%

ระดับ 3 พบรอยทำลายบนใบพืช 11 – 30%

ระดับ 4 พบรอยทำลายบนใบพืช 31 – 60%

ระดับ 5 พบรอยทำลายบนใบพืชมากกว่า 60%



ภาพที่ 2 ระดับความเสียหายที่เกิดจากด้วงหมัดผัก (Kuusk and Ekbom, 2005)

บันทึกน้ำหนักสดที่มีคุณภาพตลาด (Marketable yield) จากพื้นที่ 1 ตารางเมตร/แปลงย่อย โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ A ใบยอดไม่มีรอยทำลาย

ระดับ B ใบยอดและใบถูกทำลาย 1-25 %

ระดับ C ใบยอดและใบถูกทำลาย 26-50%

ระดับ D ใบยอดและใบถูกทำลายมากกว่า 50% ขึ้นไป

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีต่างๆ โดยวิธี DMRT หากค่าเฉลี่ยจำนวนด้วงหมัดผักก่อนพ่นสารไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติใช้วิธี Analysis of Variance และใช้วิธี Analysis of Covariance ในกรณีที่ก่อนพ่นสารกำจัดแมลงพบจำนวนด้วงหมัดผักในกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ

เวลาและสถานที่

การทดลองที่ 1 ดำเนินการทดลองที่แปลงคะน้าของเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2563

การทดลองที่ 2 ดำเนินการทดลองที่แปลงคะน้าของเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2564

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การออกแบบและทดสอบระบบการใช้ไส้เดือนฝอยร่วมกับระบบน้ำสปริงเกลอร์เบื้องต้น

ผลการทดลองปล่อยน้ำและวัดอัตราการไหลของหัวสปริงเกลอร์แต่ละหัว จำนวน 3 ครั้ง และบันทึกข้อมูลหาค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของแต่ละหัว พบว่าหัวสปริงเกลอร์ที่ใช้ในการทดลองมีอัตราการไหลเฉลี่ย 5.49 ลิตร/นาที จากนั้นได้ทำการทดลองเปิดระบบวาล์วดูดจ่ายสาร (ventury) เข้าสู่ระบบน้ำสปริงเกลอร์โดยในถังผสมจะบรรจุน้ำเปล่าเพื่อเป็นตัวแทนของสารแขวนลอยไส้เดือนฝอยทำการวัดอัตราการดูดน้ำของวาล์วดูดจ่ายสาร (ventury) ดำเนินการซ้ำ 3 ครั้ง พบว่าที่แรงดัน 0.5 บาร์ วาล์วดูดจ่ายสารที่ใช้ในการทดลองมีอัตราการดูดจ่ายเฉลี่ย 0.88 ลิตร/นาที จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการใช้ในการผสมไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* สูตรผง โดยในการทดลองในครั้งนี้ใช้ไส้เดือนฝอย อัตรา 51 ล้านตัว ผสมน้ำ 5.28 ลิตร ใช้เวลาในการดูดจ่ายไส้เดือนฝอย 6 นาที โดยเริ่มเปิดน้ำสปริงเกลอร์ก่อนเปิดวาล์วดูดจ่ายไส้เดือนฝอย 2 นาที และเปิดน้ำต่อเมื่อวาล์วดูดจ่ายไส้เดือนฝอยหมดเพื่อเป็นการล้างไส้เดือนฝอยที่ค้างอยู่ในระบบเป็นเวลา 2 นาที ทั้งนี้อ้างอิงจากเวลาที่เกษตรกรใช้ในการให้น้ำตามปกติเป็นเวลา 10 นาที ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำผสมสารแขวนลอยไส้เดือยฝอยที่ออกมาจากหัวสปริงเกลอร์จำนวน 6 หัว หัวละ 6 ลิตร เพื่อนำมาทำการทดลองที่ 2 ต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาความอยู่รอดและประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ระยะ IJ ที่ถูกใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาความอยู่รอดของไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* พบว่าไส้เดือนฝอยที่ใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ มีค่า Relative viability (V%) เฉลี่ย 91.53% ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับไส้เดือนฝอยที่ไม่ผ่านระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ที่มีค่า Relative viability (V%) เฉลี่ย 93.67%

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ดำเนินการทดลองด้วยวิธี paper bioassay ตามวิธีการของ Glazer and Lewis (2000) พบว่าไส้เดือนฝอยที่ใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้ง เฉลี่ย 87.42% ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับไส้เดือนฝอยที่ไม่ผ่านระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ที่มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้ง เฉลี่ย 90.83%

จากผลการศึกษาความอยู่รอดและประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ระยะ IJ ที่ถูกใช้ร่วมกับระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ในครั้งนี้สอดคล้องกันกับผลการทดลองของ Lara *et al*., 2008 ที่ได้ทำการศึกษาผลของระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกลอร์ที่มีต่อไส้เดือนฝอย *Heterorhabditis baujardi* LPP7 ระยะ IJ โดยได้ทดสอบความอยู่รอด, ประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงและการค้นหาแมลงศัตรูพืชของไส้เดือนฝอย *H. baujardi* LPP7 ระยะ IJ ที่ปล่อยไปตามระบบน้ำสปริงเกลอร์ ผลการทดลองพบว่า ระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกลอร์ไม่มีผลกระทบต่อความอยู่รอด, ประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงและการค้นหาแมลงศัตรูพืชของไส้เดือนฝอย *H. baujardi* LPP7 ระยะ IJ

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิคการใช้ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ในการควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้าด้วยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* Weiser ในสภาพแปลงทดลอง

การทดลองที่ 3.1 (ปี 2563)

เปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก (ตารางที่ 1)

จากการพ่นสารทดลองด้วยกรรมวิธีต่างๆ พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักดังนี้

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 22.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 32.63 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 24.60, 25.35 และ 27.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 3 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 53.81 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 27.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 42.25 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 37.56 และ 31.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 4 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 56.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 25.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 25.38 และ 26.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่กรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 28.13 เปอร์เซ็นต์

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 5 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 64.58 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 21.13 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 22.38 และ 31.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 42.63 เปอร์เซ็นต์

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 6 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 80.10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 22.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 23.75 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก

กรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 54.56 และ 51.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 7 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 24.00 และ 25.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 78.75 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 3 กรรมวิธีข้างต้นมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 84.38 และ 85.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 8 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 27.90 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตรที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 44.30 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 2 กรรมวิธีข้างต้นมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 87.84, 86.22 และ 88.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จำนวนด้วงหมัดผัก (ตารางที่ 2)

จากการพ่นสารทดลองด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ พบจำนวนด้วงหมัดผักดังนี้

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร พบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 0.37 ตัว/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.71 และ 0.65 ตัว/ต้น ตามลำดับ แต่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.77 และ 0.84 ตัว/ต้น ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 3 พบว่ากรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผัก

ตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.49, 0.64 และ 0.40 ตัว/ต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.14 และ 1.52 ตัว/ต้น ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 4 พบว่ากรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.50, 0.56 และ 0.43 ตัว/ต้น ตามลำดับ โดยกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.73 และ 1.61 ตัว/ต้น ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 5 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 2.00 ตัว/ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบด้วงหมัดผักจำนวน 0.51 และ 0.45 ตัว/ต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.19 และ 1.27 ตัว/ต้น ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 6 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 2.25 ตัว/ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบด้วงหมัดผักจำนวน 0.46 และ 0.55 ตัว/ต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.31 และ 1.22 ตัว/ต้น ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 7 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.39 และ 0.48 ตัว/ต้น ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.29 ตัว/ต้น โดยทั้ง 3 กรรมวิธีข้างต้นพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 2.01 และ 2.32 ตัว/ต้น ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 8 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.54 และ 0.61 ตัว/ต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 2.25 และ 2.34 ตัว/ต้น ตามลำดับ ซึ่งกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร, กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ พบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 2.50 ตัว/ต้น

ผลผลิตคะน้า (ตารางที่ 3)

พบว่ากรรมวิธีที่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพตลาด (Marketable yield) สูงที่สุดได้แก่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร โดยมีน้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้จำนวน 2.02 กิโลกรัม/ตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากทุกกรรมวิธี รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร มีน้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้จำนวน 1.33 กิโลกรัม/ตารางเมตร ซึ่งทั้ง 2 กรรมวิธีข้างต้นมีน้ำหนักคะน้าที่สามารถจำหน่ายได้มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่มีน้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้จำนวน 0.04 และ 0.02 กิโลกรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีคุณภาพตลาดได้

การทดลองที่ 3.2 (ปี 2564)

เปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก (ตารางที่ 4)

จากการพ่นสารทดลองด้วยกรรมวิธีต่างๆ พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักดังนี้

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 21.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 33.75 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 26.10, 25.25 และ 27.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 4 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 58.81 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 23.05 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 27.13 และ 24.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 30.15 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 5 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 68.35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 23.25 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 27.84 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 47.56 และ 45.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 6 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 81.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 23.10 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 53.90, 54.35 และ 31.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 7 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 87.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 26.35 และ 27.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 53.38 และ 58.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 8 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 89.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 24.22 และ 27.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงหมัดผัก 55.75 และ 56.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จำนวนด้วงหมัดผัก (ตารางที่ 5)

จากการพ่นสารทดลองด้วยกรรมวิธีต่างๆ พบจำนวนด้วงหมัดผักดังนี้

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 0.35 ตัว/ต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่น ๆ โดยกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่, กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบด้วงหมัดผักจำนวน 0.68, 0.70, 0.71 และ 0.74 ตัว/ต้น ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 3 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.49 ตัว/ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 0.38 ตัว/ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.44 ตัว/ต้น สำหรับกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.61 และ 0.75 ตัว/ต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 4 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.94 ตัว/ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 0.31 ตัว/ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.36 ตัว/ต้น สำหรับกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.85 และ 0.90 ตัว/ต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรและกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 5 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอย ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 2.09 ตัว/ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 0.30 ตัว/ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.38 ตัว/ต้น สำหรับกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ พบด้วงหมัดผักจำนวน 0.91 และ 1.00 ตัว/ต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรและกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 6 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.90 ตัว/ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 0.44 ตัว/ต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.03, 1.10 และ 0.80 ตัว/ต้น ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 7 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 2.35 ตัว/ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 0.38 ตัว/ต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320

ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.16, 1.08 และ 1.09 ตัว/ต้น ตามลำดับ

หลังใช้สารทดลองครั้งที่ 8 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 2.81 ตัว/ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยพบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกรพบจำนวนด้วงหมัดผักน้อยที่สุดคือ 0.38 ตัว/ต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบด้วงหมัดผักจำนวน 1.10, 1.29 และ 0.86 ตัว/ต้น ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์พบจำนวนด้วงหมัดผักไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร

ผลผลิตคะน้า (ตารางที่ 6)

พบว่ากรรมวิธีที่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพตลาด (Marketable yield) สูงที่สุดได้แก่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร โดยมีน้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้จำนวน 1.78 กิโลกรัม/ตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากทุกกรรมวิธี รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร มีน้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้จำนวน 1.26 กิโลกรัม/ตารางเมตร ซึ่งทั้ง 2 กรรมวิธีข้างต้นมีน้ำหนักคะน้าที่สามารถจำหน่ายได้มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์, กรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ที่มีน้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้จำนวน 0.05 และ 0.06 กิโลกรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีไม่ใช้สารกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีคุณภาพตลาดได้

การทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นการใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* เพื่อควบคุมปริมาณหนอนของด้วงหมัดผักที่อยู่ภายในดิน ซึ่งไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในวงศ์ Steinernematidae และ Heterorhabditidae โดยทั่วไปแล้วมีลักษณะทางพฤติกรรมที่สำคัญคือ มีความสามารถในการค้นหาแมลงอาศัยที่เหมาะสมเพื่อให้วงจรชีวิตสมบูรณ์ โดยพฤติกรรมในการค้นหาแมลงอาศัย (host-finding behavior) แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ไส้เดือนฝอยที่เคลื่อนที่เพื่อค้นหาเหยื่อ (cruisers) และไส้เดือนฝอยที่อยู่นิ่ง ๆ เพื่อรอเหยื่อเข้ามาใกล้ ๆ (ambushers) โดยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* จัดเป็นไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงที่มีพฤติกรรมแบบ ambushers คือเคลื่อนไหวค่อนข้างช้า โดยอยู่นิ่ง ๆ เพื่อรอเหยื่อเข้ามาใกล้ ๆ แล้วซุ่มโจมตี (Bal *et al*., 2014) จากพฤติกรรม

แบบ ambushers ของ ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* นี้ อาจไม่เหมาะสมกับการป้องกำจัดด้วงหมัดผัก เนื่องจากระยะหนอนของด้วงหมัดผักก็มีพฤติกรรมที่อยู่นิ่งไม่ค่อยเคลื่อนที่เช่นเดียวกัน โดยหนอนของด้วงหมัดผักจะอาศัยอยู่ภายในดินกัดกินรากหรือบริเวณโคนต้นผัก ดังนั้นโอกาสที่ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ที่มีพฤติกรรมการค้นหาแมลงอาศัยแบบ ambushers จะค้นหาหนอนด้วงหมัดผักเจอจึงเป็นไปได้ค่อนข้างยาก

สิริรัตน์ และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการล่าเหยื่อของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงต่อการเข้าหาด้วงหมัดผักแถบลาย โดยได้ศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนล่าเหยื่อของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง 3 ชนิด ได้แก่ *S. carpocapsae*, *S. siamkayai* และ *Heterorhabditis indica* ที่ตอบสนองต่อด้วงหมัดผัก พบว่าไส้เดือนฝอยทุกชนิดมีการตอบสนองต่อร่องรอยที่สร้างจากด้วงหมัดผักทั้งระยะตัวเต็มวัยและตัวอ่อน ซึ่งหลังการทดสอบที่ 60 นาที ไส้เดือนฝอยทั้งหมดมีการเคลื่อนที่เข้าหาร่องรอยของพืชที่ถูกระยะตัวเต็มวัยเข้าทำลายมากกว่าร่องรอยที่เกิดจากระยะตัวอ่อน โดยไส้เดือนฝอย *H. indica* มีการเคลื่อนที่เข้าหาร่องรอยที่เกิดจากตัวอ่อนสูงที่สุด โดยมีระยะทางการเคลื่อนที่สะสมเฉลี่ยต่อ 100 infective juveniles (IJs) เท่ากับ 12.88 ซม. รองลงมาได้แก่ *S. siamkayai* และ *S. carpocapsae* ที่มีระยะทางการเคลื่อนที่สะสมเฉลี่ย 9.23 และ 2.37 ซม ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการตอบสนองต่อร่องรอยที่สร้างจากด้วงหมัดผักระยะตัวเต็มวัยที่พบว่าไส้เดือนฝอย *H. indica* มีการเคลื่อนที่สูงที่สุด โดยมีระยะทางการเคลื่อนที่สะสมเฉลี่ยต่อ 100 infective juveniles (IJs) เท่ากับ 23.50 ซม. รองลงมาได้แก่ *S. siamkayai* และ *S. carpocapsae* ที่มีระยะทางการเคลื่อนที่สะสมเฉลี่ย 15.00 และ 10.36 ซม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* มีการตอบสนองและเคลื่อนที่เข้าหาร่องรอยของด้วงหมัดผักได้น้อยที่สุด โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไส้เดือนฝอย *H. indica*

ดังนั้นหากนำข้อมูลทางด้านพฤติกรรมการเคลื่อนล่าเหยื่อและการตอบสนองต่อร่องรอยที่สร้างจากด้วงหมัดผักของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงแต่ละชนิดมาพิจารณาถึงความเหมาะสมในการเลือกชนิดของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงเพื่อนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก จะเห็นได้ว่าการนำไส้เดือนฝอย *H. indica* ที่อยู่ในวงศ์ Heterorhabditidae ซึ่งมีพฤติกรรมในการค้นหาแมลงอาศัยแบบ cruisers นำมาใช้ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักน่าจะเป็นการเหมาะสมกว่าการใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* และอาจทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักดีกว่าการใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อีกด้วย

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดด้วงหมัดผักตามกรรมวิธีของเกษตรกร และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ fipronil 5% W/V SC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในคะน้าได้ดีกว่ากรรมวิธีปล่อยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* อัตรา

320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่ ไปตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และกรรมวิธีพ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร/ไร่

เอกสารอ้างอิง

จอมสุรางค์ ดวงสนธิ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บูรณพานิชพันธุ์ และจิราพร ตยุติวุฒิกุล. 2550. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของด้วงหมัดผักแถบลายในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วิทยาสารกำแพงแสน. 5 (1): 20-29.

วัชรี สมสุข. 2544. ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง, หน้า 209-244. *ใน* การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วัชรี สมสุข วินัย รัชตปกรณ์ชัย และ พิมลพร นันทะ. 2534. การใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* (Weiser) ควบคุมด้วงหมัดผักในผักกาดหัว. วารสารกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 13 : 183-188.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2533. การป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกาดหัว วารสารกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร 12 : 4-10.

วิไลวรรณ เวชยันต์ และสาทิพย์ มาลี. 2553. ศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการมีชีวิตรอดและประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย Steinernema และ Heterorhabditid. หน้า 928-936. ใน: .รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สิริรัตน์ แมงทับ วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล และ อธิราช หนูสีดำ. 2559. พฤติกรรมการล่าเหยื่อของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงต่อการเข้าหาด้วงหมัดผักแถบลาย, *Phyllotreta sinuata* Stephens (Coleoptera: Chrysomelidae). หน้า 1759-1766 . ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 13 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 8-9 ธันวาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

Bal H. K., R. A. J. Taylor and P. S. Grewal. 2014. Ambush foraging entomopathogenic nematodes employ ‘sprinters’ for long distance dispersal in the absence of hosts. J Parasitol. 100(4): 422 – 432.

Ekbom, B., and A. K. Kuusk. 2005. Jordloppor i vårоljeväxter. Faktablad om växtskydd, Jordbruk 45J. Swedish University of Agricultural Sciences,Uppsala, Sweden.

Glazer, I. and E.E. Lewis. 2000. Bioassays for entomopathogenic nematode, pp. 229-247. *In* A. Navon and K.R.S. Ascher (eds.). Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes. CAB International. London.

Lara, J. C.,C. Dolinski, E. F. de Sousa, and R. F. Daher. 2008. Effect of Mini-Sprinkler Irrigation System on *Heterorhabditis baujardi* LPP7 (Nematoda : Heterorhabditidae) Infective Juvinile. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.). : 433-437.

Klein, M. G., 1990. Efficacy against soil-inhabiting insect pest. , pp. 195-210. In: Gaugler, R.A., and Kaya, H.K. (eds.) Entomopathogenic Nematodes in Biological control. Boca Raton, Florida CRC Press.

Kung, S.P., R. Gaugler and H.K. Kaya. 1990. Influence of soil pH and oxygen on persistence of *Steinernema* spp.. J. Nematol. 22(4) : 440-445.

Poiner, G.O. and G.M. Thomas 1965. A new bacterium, *Achromobacter nematophilus* sp. NOV (Achromobacteriaceae : Eubacteriales) associated with a nematode. International bulletin of bacteriological nomenclatureand taxonomy Vol. 15: 4, 249-252.

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบคะน้าที่เกิดจากด้วงหมัดผักจากการทดลองที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2563

กรรมวิธี	อัตราการใช้สาร	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบคะน้าที่เกิดจากด้วงหมัดผัก						
		หลังใช้สารครั้งที่						
		2	3	4	5	6	7	8
1. ปล่อยไส้เดือนฝอยตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์	320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ไร่	24.60 ab	27.25 a	25.38 a	42.63 b	54.56 b	84.38 c	87.84 c
2. พ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง	320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ไร่	25.35 ab	42.25 b	26.13 ab	31.88 ab	51.75 b	78.75 b	86.22 c
3. พ่นสาร fipronil 5% W/V SC	50 มล./ น้ำ 20 ลิตร	32.63 b	37.56 ab	25.00 a	21.13 a	22.13 a	25.00 a	44.30 b
4. กรรมวิธีเกษตรกร	-	22.53 a	31.75 ab	28.13 b	22.38 a	23.75 a	24.00 a	27.90 a
5. ไม่ใช้สาร	-	27.00 ab	53.81 c	56.25 c	64.58 c	80.10 c	85.05 c	88.56 c
CV%		19.5	17.3	4.3	21.6	5.5	13.5	14.8

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 จำนวนด้วงหมัดผักในคะน้าจากการทดลองที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2563

กรรมวิธี	อัตราการใช้สาร	จำนวนด้วงหมัดผัก (ตัว/ต้น)						
		หลังใช้สารครั้งที่						
		2	3	4	5	6	7	8
1. ปล่อยไส้เดือนฝอยตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์	320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ไร่	0.71 ab	0.49 a	0.50 a	1.19 b	1.31 b	2.01 c	2.25 b
2. พ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง	320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ไร่	0.77 b	1.14 b	0.56 ab	1.27 b	1.22 b	1.29 b	2.34 bc
3. พ่นสาร fipronil 5% W/V SC	50 มล./ น้ำ 20 ลิตร	0.84 b	0.64 a	0.43 a	0.51 a	0.46 a	0.48 a	0.61 a
4. กรรมวิธีเกษตรกร	-	0.37 a	0.40 a	0.73 b	0.45 a	0.55 a	0.39 a	0.54 a
5. ไม่ใช้สาร	-	0.65 ab	1.52 b	1.61 b	2.00 c	2.25 c	2.32 c	2.50 c
CV%		33.9	30.8	17.9	8.4	10.9	16.3	7.8

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบน้ำหนักของผลผลิตคะน้าที่มีคุณภาพส่งตลาด (Marketable yield) จากพื้นที่เฉลี่ย 1 ตารางเมตร/แปลงย่อย

กรรมวิธี	น้ำหนักคะน้า (กก./ตร.ม)			น้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้ (กก./ตร.ม)	น้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้ (กก./ไร่)
	A	B	C	A+B	
1. ปล่อยไส้เดือนฝอยตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์	0 b	0.02 b	0.08 b	0.02 c	32
2. พ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง	0 b	0.04 b	0.07 b	0.04 c	64
3. พ่นสาร fipronil 5% W/V SC	0.18 ab	1.15 a	1.56 a	1.33 b	2,128
4. กรรมวิธีเกษตรกร	0.31 a	1.71 a	1.24 a	2.02 a	3,232
5. ไม่ใช้สาร	0 b	0 b	0.02 b	0 c	0
CV%	55.4	45.8	36.1	29.3	-

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบคะน้าที่เกิดจากด้วงหมัดผักจากการทดลองที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ –เมษายน 2564

กรรมวิธี	อัตราการใช้สาร	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบคะน้าที่เกิดจากด้วงหมัดผัก						
		หลังใช้สารครั้งที่						
		2	3	4	5	6	7	8
1. ปล่อยไส้เดือนฝอยตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์	320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ไร่	26.10 ab	32.25 b	27.13 ab	47.56 b	53.90 c	53.38 b	55.75 b
2. พ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง	320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ไร่	25.25 ab	45.25 c	30.15 b	45.58 b	54.35 c	58.75 b	56.84 b
3. พ่นสาร fipronil 5% W/V SC	50 มล./ น้ำ 20 ลิตร	27.13 ab	26.56 ab	23.05 a	23.25 a	31.13 b	27.25 a	27.13 a
4. กรรมวิธีเกษตรกร	-	21.58 a	21.75 a	24.35 a	27.84 a	23.10 a	26.35 a	24.22 a
5. ไม่ใช้สาร	-	33.75 b	58.81 d	59.56 c	68.35 c	81.90 d	87.25 c	89.25 c
CV%		14.4	18.3	15.3	16.6	10.3	11.5	12.8

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 จำนวนด้วงหมัดผักในคะน้าจากการทดลองที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2564

กรรมวิธี	อัตราการใช้สาร	จำนวนด้วงหมัดผัก (ตัว/ต้น)						
		หลังใช้สารครั้งที่						
		2	3	4	5	6	7	8
1. ปล่อยไส้เดือนฝอยตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์	320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ไร่	0.68 b	0.61 bc	0.85 b	0.91 b	1.03 c	1.16 b	1.10 bc
2. พ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง	320 ล้านตัว/ น้ำ 160 ลิตร/ไร่	0.70 b	0.75 c	0.90 b	1.00 b	1.10 c	1.08 b	1.29 c
3. พ่นสาร fipronil 5% W/V SC	50 มล./ น้ำ 20 ลิตร	0.71 b	0.44 ab	0.31 a	0.38 a	0.80 b	1.09 b	0.86 b
4. กรรมวิธีเกษตรกร	-	0.35 a	0.38 a	0.36 a	0.30 a	0.44 a	0.38 a	0.38 a
5. ไม่ใช้สาร	-	0.74 b	1.49 d	1.94 c	2.09 c	1.90 d	2.35 c	2.81 d
C.V.%		20.9	19.1	24.8	18.0	13.3	19.1	20.0

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบน้ำหนักของผลผลิตคะน้าที่มีคุณภาพส่งตลาด (Marketable yield) จากพื้นที่เฉลี่ย 1 ตารางเมตร/แปลงย่อย

กรรมวิธี	น้ำหนักคะน้า (กก./ตร.ม)			น้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้ (กก./ตร.ม)	น้ำหนักคะน้าที่จำหน่ายได้ (กก./ไร่)
	A	B	C	A+B	
1. ปล่อยไส้เดือนฝอยตามระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์	0.00 c	0.05 c	0.32 c	0.05 c	76
2. พ่นไส้เดือนฝอยด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง	0.00 c	0.06 c	0.36 c	0.06 c	88
3. พ่นสาร fipronil 5% W/V SC	0.22 b	1.04 b	1.09 b	1.26 b	2,008
4. กรรมวิธีเกษตรกร	0.49 a	1.29 a	1.39 a	1.78 a	2,840
5. ไม่ใช้สาร	0.00 c	0.00 c	0.30 c	0.00 c	0
CV%	23.1	26.9	17.5	22.2	-

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อควบคุมหนอนกออ้อย ด้วยระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด

Control of Sugarcane Borer by Apply Insecticides With Drip Chemigation

สุภางคนา ถิรวุธ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สิริกัญญา ขุนวิเศษ
วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร สรรชัย เพชรธรรมรส
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพเทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อควบคุมหนอนกออ้อย ด้วยระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด ดำเนินการทดลองในแปลงอ้อยของเกษตรกร ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม 2564 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 6 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีใช้สาร dinotefuran 10% SL ร่วมกับระบบน้ำหยด, กรรมวิธีใช้สาร chlorantraniliprole 5.17% SC ร่วมกับระบบน้ำหยด, กรรมวิธีใช้สาร การใช้สาร emamectin benzoate 1.92% EC ร่วมกับระบบน้ำหยด, กรรมวิธีใช้สาร cyantraniliprole 20% SC ร่วมกับระบบน้ำหยด, กรรมวิธีพ่นสาร deltamethrin 3% EC เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ผลการทดลองพบว่า มีเพียงกรรมวิธีการใช้สาร cyantraniliprole 20% SC และสาร emamectin benzoate 1.92% EC มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยเพราะพบเปอร์เซ็นต์ทำลายของหนอนกออ้อยน้อยกว่า 10% แต่เนื่องจากการทำลายของหนอนกออ้อยมีการระบาดไม่สม่ำเสมอ และพบเปอร์เซ็นต์ทำลายของหนอนกออ้อยไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร จึงควรดำเนินการทดลองซ้ำอีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันผลการทดลอง

รหัสการทดลอง 03-33-60-01-01-00-07-62

คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศปีละกว่าแสนล้านบาท มีเกษตรกร แรงงานและการจ้างงานในอุตสาหกรรมนี้มากกว่า 600,000 คน (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555) และมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุกๆปี แต่อย่างไรก็ตามการผลิตอ้อยยังประสบปัญหาหลายประการ ดังจะเห็นได้จากผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของไทยอยู่ที่ประมาณ 7-10 ตันต่อไร่ ซึ่งปัญหาที่เกษตรกรพบเสมอในการปลูกอ้อยคือ ในฤดูร้อนจะพบการระบาดของหนอนกออ้อย (โอชาและคณะ, 2535) บางครั้งพบการระบาดรุนแรงทำให้เกิดความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง มีรายงานว่าในฤดูกาลผลิตปี 2543/44 การผลิตอ้อยได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากหนอนกออ้อยใน 21 จังหวัด คิดเป็นพื้นที่กว่า 8.5 แสนไร่ เสียหายมากกว่า 2,058 ล้านบาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีความแห้งแล้งนอกเขตชลประทานจะพบปัญหาการระบาดของหนอนกออ้อยค่อนข้างรุนแรง ซึ่งพื้นที่ที่มีความแห้งแล้งเหล่านี้เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ใช้ระบบน้ำหยดในการให้น้ำแก่อ้อยเนื่องจากประหยัดน้ำ ประหยัดแรงงาน และแปลงที่มีการให้น้ำระบบน้ำหยดจะมีวัชพืชค่อนข้างน้อยอีกด้วย หนอนกออ้อยเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของอ้อยในระยะอ้อยแตกกอ แมลงชนิดนี้จะเข้าทำลายอ้อยทำให้ได้รับความเสียหายมากและยากแก่การป้องกันกำจัด เนื่องจากตัวหนอนมักจะเจาะเข้าไปตรงส่วนโคนระดับผิวดิน เข้าไปกัดกินส่วนที่กำลังเจริญเติบโตภายในและส่วนฐานของใบอ้อยที่ยังไม่คลี่ทำให้เกิดอาการยอดแห้งตาย การเข้าทำลายในระยะแรกจะเห็นได้ยาก การกำจัดหนอนกออ้อยด้วยวิธีการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงมักไม่ได้ผลเพราะตัวหนอนกัดกินอาศัยอยู่ภายในลำต้น ต้องใช้สารป้องกันกำจัดแมลงประเภทดูดซึมในการกำจัด อีกทั้งปัจจุบันค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานสูงขึ้น หากต้องมีการจ้างแรงงานเพื่อพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงก็เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตของเกษตรกรซึ่งผลที่ได้รับอาจไม่คุ้มค่า ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหากลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงทำการศึกษาเทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อควบคุมหนอนกออ้อยด้วยระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดซึ่งเป็นวิธีการให้น้ำแบบที่เกษตรกรใช้อยู่ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลทางเลือกในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชควบคุมหนอนกออ้อยให้กับเกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงอ้อย
2. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำประกอบหัวฉีดแบบกรวยกลวง
3. สารกำจัดแมลง dinotefuran 10% SL, chlorantraniliprole 5.17% SC, emamectin benzoate 1.92% EC และ cyantraniliprole 20% SC
4. วาล์วดูดจ่ายสารละลาย (Venturi)
5. เทปน้ำหยด
6. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ, วัดความชื้นสัมพัทธ์, วัดความเร็วลมและนาฬิกาจับเวลา

7. ชุดพ่นสาร
8. อุปกรณ์ชั่งตวงวัด

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 การใช้สาร dinotefuran 10% SL ร่วมกับระบบน้ำหยด

กรรมวิธีที่ 2 การใช้สาร chlorantraniliprole 5.17% SC ร่วมกับระบบน้ำหยด

กรรมวิธีที่ 3 การใช้สาร emamectin benzoate 1.92% EC ร่วมกับระบบน้ำหยด

กรรมวิธีที่ 4 การใช้สาร cyantraniliprole 20% SC ร่วมกับระบบน้ำหยด

กรรมวิธีที่ 5 การพ่นสาร deltamethrin 3% EC (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

กรรมวิธีที่ 6 ไม่ใช้สาร

ดำเนินการในแปลงอ้อยอายุ 1 - 4 เดือน (ระยะแตกกอ) โดยแบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อยขนาด 64 ตารางเมตร หรืออย่างน้อย 96 กอ (6 แถว แถวละ16 กอ) เริ่มทำการใช้สารกำจัดแมลงตามกรรมวิธีที่กำหนด เมื่อพบการระบาดของหนอนกออ้อยและทำให้อ้อยแสดงอาการยอดเหี่ยวมากกว่า 10% ทำการตรวจนับอ้อยที่แสดงอาการยอดเหี่ยว ในอ้อยจาก 4 แถวกลางทุกกอ โดยเริ่มนับก่อนการใช้สารป้องกันกำจัดแมลง 1 วัน และหลังจากใช้สารป้องกันกำจัดแมลงแล้ว 10, 20, 30, และ 40 วัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ยอดเหี่ยว} = \left(\frac{\text{จำนวนต้นอ้อยที่เหี่ยว}}{\text{จำนวนต้นอ้อยทั้งหมด}} \right) x100$$

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงแต่ละชนิด บันทึกผลกระทบต่อพืช นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เวลาและสถานที่

แปลงเกษตรกร อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม 2564

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 (ปี 2564)

เปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อย (ตารางที่ 1)

ก่อนพ่นสารทดลอง พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อย ในทุกกรรมวิธีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.80 – 12.75 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ยอดเหี่ยวจากการทำลายของหนอนกออ้อยหลังพ่นสารด้วยวิธี Analysis of Variance

หลังใช้สาร 10 วัน พบว่ามีเพียงกรรมวิธีพ่นสาร deltamethrin 3% EC ซึ่งพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยเฉลี่ย 18.50 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่พบเปอร์เซ็นต์ยอดเหี่ยวจากการทำลายของหนอนกออ้อยเฉลี่ย 13.58 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่ากรรมวิธีใช้สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 20%

EC พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยน้อยที่สุดเฉลี่ย 8.75 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สาร dinotefuran 10% SL, emamectin benzoate 1.92% EC และ cyantraniliprole 20% SC ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อย 12.28, 11.63 และ 10.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สาร 20 วัน พบว่ามีเพียงกรรมวิธีพ่นสาร deltamethrin 3% EC ซึ่งพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยเฉลี่ย 20.13 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่พบเปอร์เซ็นต์ยอดเหี่ยวจากการทำลายของหนอนกออ้อยเฉลี่ย 9.75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่ากรรมวิธีใช้สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 20% EC พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยน้อยที่สุดเฉลี่ย 6.25 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สาร dinotefuran 10% SL, emamectin benzoate 1.92% EC และ cyantraniliprole 20% SC ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อย 10.58, 12.25 และ 9.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สาร 30 วัน พบว่ามีเพียงกรรมวิธีใช้สาร cyantraniliprole 20% SC ซึ่งพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยเฉลี่ย 5.28 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่พบเปอร์เซ็นต์ยอดเหี่ยวจากการทำลายของหนอนกออ้อยเฉลี่ย 10.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่ากรรมวิธีใช้สารกำจัดแมลง cyantraniliprole 20% SC พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยน้อยที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สาร emamectin benzoate 1.92% EC ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อย 8.63 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สาร dinotefuran 10% SL, chlorantraniliprole 20% EC, และ deltamethrin 3% EC ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อย 19.08, 10.25 และ 15.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังใช้สาร 40 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.55 – 14.75 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยเฉลี่ย 11.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ใช้สารพบว่า กรรมวิธีที่ใช้สาร cyantraniliprole 20% SC ซึ่งพบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อยน้อยที่สุดเฉลี่ย 8.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สาร emamectin benzoate 1.92% EC และ chlorantraniliprole 20% EC ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อย 9.28 และ12.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สาร dinotefuran 10% SL และ deltamethrin 3% EC ที่พบเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกออ้อย 14.75 และ 14.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีการใช้สาร cyantraniliprole 20% SC และสาร emamectin benzoate 1.92% EC มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยเพราะพบเปอร์เซ็นต์ทำลายของหนอนกออ้อยน้อยกว่า 10% ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับ

การทดลองของ Golla *et al*., 2022 ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อควบคุมหนอนกระทู้ผักด้วยระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดในพริกหยวก ซึ่งผลการทดลองพบว่าการใช้สาร cyantraniliprole 10.26% OD อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกตาร์พบจำนวนหนอนกระทู้ผักน้อยกว่าและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของผลผลิตน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ

การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชผ่านทางการให้น้ำแบบระบบน้ำหยดเป็นวิธีใหม่วิธีหนึ่งที่นำมาใช้ในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) ซึ่งสามารถใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชผ่านทางระบบรากพืชโดยตรง 1-2 ครั้ง เพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช เช่น เพลี้ยอ่อน, แมลงหวี่ขาว, เพลี้ยจักจั่น, ด้วง, หนอนแมลงวันชอนใบ และหนอนผีเสื้อชนิดต่างๆ การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชผ่านทางการให้น้ำแบบระบบน้ำหยดเป็นการลดปริมาณการใช้สารลงเมื่อเปรียบเทียบกับการพ่นสารทางใบตามปกติ การทดลองในพืชผักหลายการทดลอง การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชผ่านทางการให้น้ำแบบระบบน้ำหยด 1 -2 ครั้ง/ฤดูปลูก มีประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าการพ่นสารทางใบตามปกติจำนวนหลายครั้ง/ฤดูปลูก (Ghidiu *et al*., 2012) ดังนั้นหากมีการดำเนินการทดลองซ้ำและสามารถยืนยันผลการทดลองว่าการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อควบคุมหนอนกออ้อยด้วยระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ จะเป็นการลดเวลาและขั้นตอนในการทำงาน ประหยัดแรงงาน และลดปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆที่ไม่ใช่ศัตรูพืชน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามกรรมวิธีปกติอีกด้วย

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษาประสิทธิภาพเทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อควบคุมหนอนกออ้อยด้วยระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด ทำการทดลองที่จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม 2564 ผลการทดลองพบว่า มีเพียงกรรมวิธีการใช้สาร cyantraniliprole 20% SC และสาร emamectin benzoate 1.92% EC มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกออ้อย เพราะพบเปอร์เซ็นต์ทำลายของหนอนกออ้อยน้อยกว่า 10% แต่เนื่องจากการทำลายของหนอนกออ้อยมีการระบาดไม่สม่ำเสมอ และพบเปอร์เซ็นต์ทำลายของหนอนกออ้อยไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร จึงควรดำเนินการทดลองซ้ำอีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. เอกสารวิชาการเกษตร คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. หน้า 14 - 18.

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา และกลุ่มบริหารศัตรูพืช. 2553. คำแนะนำแผนการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. หน้า 17 - 18.

ชำนาญ พิทักษ์, โอชา ประจวบเหมาะ และ อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ. 2539. การสำรวจการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูอ้อย. หน้า 277 - 279. ใน ประชุมสัมนาเรื่อง การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน ครั้งที่ 2. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ณัฐกฤต พิทักษ์. 2544. เทคโนโลยีทางเลือกสำหรับ ไอ พี เอ็ม. หน้า 241-255. ใน การประชุมสัมมนาทางวิชาการการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูอ้อยโดยวิธีผสมผสานครั้งที่ 4. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ณัฐกฤต พิทักษ์ และ อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ. 2544. ในเอกสารวิชาการ แมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยคั้นน้ำ และการป้องกันกำจัด. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 97 หน้า.

วิทย์ นามเรืองศรี สมชาย อามีน กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์ ทองปูน ประทุมรุ่ง กิติศักดิ์ ลัมพชวา วิรัตน์ แจ่มกระจ่าง และสมบูรณ์ ทองสกุล. 2529. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพ่นสารป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยด้วยเครื่องพ่นสารแบบ HV, LV และ ULV. รายงานผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2529. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.กรุงเทพฯ. หน้า 127 - 152.

สมชาย อามีน ทรงวุฒิ พจนานุวงศ์ สมภพ สถิโรภาส จันนี นิลเพ็ชร์ และสมบูรณ์ ทองสกุล. 2531. เปรียบเทียบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงบางชนิดในการป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยด้วยวิธีการพ่นสารแบบน้ำน้อย. รายงานผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2531. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.กรุงเทพฯ. หน้า 28 - 33.

โอชา ประจวบเหมาะ ชำนาญ พิทักษ์ และรจนา สุรการ. 2535 แมลงศัตรูอ้อยและการบริหาร ใน : แมลงศัตรูอ้อยที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กรมวิชาเกษตร. 97-100.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ๒๕๕๕. วช.กับการพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. (ออนไลน์). แหล่งที่มาhttp://pr.nrct.go.th/home/news-nrct/447-prnews-23-03-2555-1.html. (10 มิถุนายน 2557)

Felsot, A., Ruppert, J., Evans, R. 2002. Application of New Generation Systemic Insecticides Throgh Drip Irrigation Systems: Case Study With Imidacloprid. Research & Extension Regional Water Quality Conference 2002: 1-3.

Golla Satish, V. Anitha, T. Uma Maheswari, Bharati N. Bhat, A. Manohar Rao. 2022. Drip Chemigation of Insecticides in Bell Pepper against *Spodoptera litura* (Fabricius) under Protected Cultivation. Agricultural Science Digest. (42):302-306.

Ghidiu, G. M. 2012. Insectigation in vegetable crops: the application of insecticides through a drip, or trickle, irrigation system, pp. 173–190. In M. L. Larramendy and S. Soloneski (eds.), Integrated pest management and pest control: current and future tactics. InTech Press, Rijeka, Croatia.

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของหนอนกออ้อยจากการทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ณ แปลงเกษตรกร อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม 2564

กรรมวิธี	อัตราการใช้	เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของหนอนกออ้อย (%) [1/]				
		ก่อนใช้สาร	หลังใช้สาร			
			10 วัน	20 วัน	30 วัน	40 วัน
1. ใช้สาร dinotefuran 10% SL ร่วมกับระบบน้ำหยด	70 มล./ไร่	11.08	12.28 a	10.58 a	19.08 d	14.75 c
2. ใช้สาร chlorantraniliprole 5.17% SC ร่วมกับระบบน้ำหยด	70 มล./ไร่	10.83	8.75 a	6.25 a	10.25 b	12.63 abc
3. ใช้สาร emamectin benzoate 1.92% EC ร่วมกับระบบน้ำหยด	35 มล./ไร่	9.8	11.63 a	12.25 a	8.63 ab	9.28 ab
4. ใช้สาร cyantraniliprole 20% SC ร่วมกับระบบน้ำหยด	70 มล./ไร่	10.03	10.25 a	9.28 a	5.28 a	8.55 a
5. พ่นสาร deltamethrin 3% EC (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)	10 มล./น้ำ 20 ลิตร	12.75	18.50 b	20.13 b	15.33 c	14.58 bc
6. ไม่ใช้สาร	-	10.63	13.58 a	9.75 a	10.50 b	11.33 abc
C.V. (%)		24.1	25.2	32.2	21.2	27.6

[1/]ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ศึกษาผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดและความคงทนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *(Plutella xylostella* (L.))

Study on the Adjuvant on the Efficacy of Insecticides for Controlling Diamondback Moth; *Plutella xylostella* L. in Chinese kale

นลินา ไชยสิงห์ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สิริกัญญา ขุนวิเศษ
สุภางคนา ถิรวุธ สุชาดา สุพรศิลป์
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The evaluation of certain adjuvants to enhance pesticides efficacy against the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) in Chinese kale was conducted under laboratory conditions at Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture (DOA). The insecticides used in this study are recommended for controlling diamondback moth by DOA. The insecticides spinetoram 12% SC (IRAC group: 5), indoxacarb 15% SC (IRAC group: 22A), emamectin benzoate 1.92% EC (IRAC group: 6) and *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* (IRAC group: 11A) were tested at doses of 40 ml, 40 ml, 40 ml and 100 ml at spray volume of 20 liters of water. All insecticides were added with three types of adjuvants including anionic surfactants (dishwashing liquid at doses 5 ml/20 liters of water), nonionic surfactants (spreader/stickers: Tension T-7 at doses 5 ml/20 liters of water) and silicone-based sprays (Stillwet at doses 2 ml/20 liters of water). The results showed that the addition of adjuvants had no physical incompatibility with insecticides and no phytotoxicity on plants. None of the adjuvants affected pesticides efficacy. Subsequently, simulated rainfall (using patternator) and simulated irrigation were performed to evaluate the efficacy of certain insecticides and adjuvants associated with insecticides against diamondback moths. Certain insecticides and adjuvants commonly used by growers were chosen to study in this experiment. Spinetoram 12% SC was used to represent a systemic insecticide, whereas, *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* represented non-systemic insecticide. The adjuvant: Tension T-7 (surfactants) was chosen. The rainfall

รหัสการทดลอง 03-33-60-01-02-00-06-62

simulation was programmed over a period of 2, 4, 8 and 24 hours on each level: at 13 and 26 mm. The irrigation time was the same period as rainfall simulation. The results showed that application of simulated rainfall and irrigation affected pesticide residues and reduced the effectiveness of the insecticides. Therefore, adjusting the spray time to avoid irrigation and rain events, where possible, may help to prolong the residual efficacy of some insecticides against diamondback moth (*Plutella xylostella* L.).

Keywords: Adjuvant, diamondback moth, Chinese kale

บทคัดย่อ

การทดสอบผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดและความคงทนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในคะน้า ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร โดยใช้สารฆ่าแมลงที่แนะนำได้แก่สาร สาร 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 และ *Bt. Aizawai* อัตรา 100 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมกับสารเสริมประสิทธิภาพ ได้แก่ สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ(Anionic Surfactants: น้ำยาล้างจาน) อัตรา 5 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ Nonionic Surfactants ซึ่งได้แก่สารเกาะติดใบ(spreader/stickers :Tension T-7 อัตรา 5 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร สารกลุ่มซิลิโคน (silicone-based sprays : Stillwet) 2 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ผลการทดลองพบว่าสารเสริมประสิทธิภาพทุกชนิดสามารถผสมเข้ากันได้ดีกับสารฆ่าแมลงในทุกกรรมวิธี โดยไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตา จากการผสมสารฆ่าแมลงแนะนำกับสารเสริมประสิทธิภาพชนิดต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays พบว่าสารเสริมประสิทธิภาพที่ทดลองทุกชนิดไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำทั้ง 8 ชนิด ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้าในห้องปฏิบัติการ เมื่อทดสอบความคงทนต่อฝนโดยใช้สาร spinetoram 12% SC เป็นตัวแทนของสารดูดซึมและ *Bt. aizawai* เป็นตัวแทนของสารที่ไม่ใช่สารดูดซึม ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิด เป็นสารที่แนะนำการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า และใช้สารเสริมประสิทธิภาพ Tension T-7 (Surfactants) เป็นตัวแทนซึ่งเกษตรกรนิยมใช้และราคาไม่แพง หลังการทำฝนเทียมแล้ว 2, 4, 8 และ 24 ชั่วโมง และไม่โดนฝน ที่ปริมาณน้ำฝน 13 (ฝนเล็กน้อย) และ 23 (ฝนปานกลาง) รวมถึงหลังการให้น้ำแล้ว 2, 4, 8, 24 ชั่วโมง และไม่ให้น้ำ พบว่าให้ผลสอดคล้องกันคือฝนและการให้น้ำมีผลต่อการชะล้างของสารฆ่าแมลง โดยยิ่งมีระยะปลอดฝนหรือการทิ้งระยะหลังให้น้ำนานยิ่งทำให้สารฆ่าแมลงมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงยิ่งฝนตกหนักขึ้นก็ทำให้สารฆ่าแมลงถูกชะล้างมากขึ้น

คำหลัก: สารเสริมประสิทธิภาพ หนอนใยผัก คะน้า

คำนำ

หนอนใยผัก จัดเป็นศัตรูที่สำคัญของพืชผักหลายชนิด โดยเฉพาะผักตระกูลกะหล่ำ ปัจจุบันหนอนใยผักมีการพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้รวดเร็วและมากชนิด ยากแก่การป้องกันกำจัด เนื่องจากหนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้น มีการขยายพันธุ์รวดเร็ว และนอกจากนี้ในแหล่งปลูกผักส่วนใหญ่ยังมีการปลูกผักตระกูลกะหล่ำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ทำให้หนอนใยผักมีพืชอาหารตลอดทั้งปี จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พบการระบาดของหนอนใยผักเสมอ โดยทั่วไปวิธีการที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุดและเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ ได้แก่การพ่นสารฆ่าแมลง สำหรับเป้าหมายในการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรนั้น เกษตรกรต้องการกำจัดหนอนใยผักให้ได้ผลมากที่สุด นิยมผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดเข้าด้วยกันเพื่อประหยัดเวลาและแรงงาน อย่างไรก็ตามเกษตรกรมักผสมสารโดยขาดข้อมูลเบื้องต้นในเรื่องของการเข้ากันได้ของสาร การเสริมหรือต้านฤทธิ์กันของสาร และการเกิดพิษต่อพืช ทำให้เกิดการเข้าใจผิดว่าสารฆ่าแมลงที่ใช้ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ จึงทำให้ต้องเพิ่มอัตราการใช้สาร อัตราพ่นและความถี่ในการพ่นสารที่มากขึ้นโดยไม่คำนึงถึงต้นเหตุที่แท้จริงของปัญหา มีผลให้ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิตและทำให้เกิดการตกค้างในสภาพแวดล้อม นอกจากนั้นเกษตรกรยังนิยมผสมสารเสริมประสิทธิภาพประเภทต่างๆ เข้ากับสารฆ่าแมลงเสมอ เนื่องจากมีความเชื่อว่าการผสมสารเสริมประสิทธิภาพนั้นจะมีผลทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด

สารเสริมประสิทธิภาพ(Adjuvants) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1.สารเสริมประสิทธิภาพที่ใช้เติมในสูตรสารเคมีเกษตร(formulation adjuvants) บางครั้งอาจจะเรียกว่าสารไม่ออกฤทธิ์ (additives or inerts) 2.สารเสริมประสิทธิภาพที่ใช้เติมในถังผสมสารก่อนพ่นสาร (spray adjuvants) ส่วนใหญ่จะเรียกว่า สารจับใบ หรือสารเปียกใบ โดยทั่วๆไปแยกเป็น 3 แบบ 1. สารที่มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิว (Surfactants)สารที่มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิวนั้นประกอบด้วย ประกอบด้วย สารที่ไม่มีประจุ(nonionic) สารที่มีประจุลบ(anionic) สารที่มีประจุบวก(cationic) และสารกลุ่มที่มีทั้งประจุบวกและลบ(amphoteric) ซึ่ง 1.1 สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ(Anionic Surfactants) โดยในการทดลองใช้น้ำยาล้างจานเป็นตัวแทน เนื่องจากผงซักฟอกทำให้เกิดพิษต่อพืช 1.2 สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวก (Cationic Surfactants) สารกลุ่มนี้ได้แก่น้ำยาปรับผ้านุ่ม สารทำความสะอาดหรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ไม่เหมาะจะนำมาใช้สำหรับพืชเนื่องจากอาจเกิดพิษต่อพืช 1.3.สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ Nonionic Surfactants กลุ่มนี้นิยมมาเป็นสารเสริมประสิทธิภาพของสารเคมีเกษตร ได้แก่เป็นสารแผ่กระจายและสารเกาะติดใบ(spreader/stickers).ในการทดลองนี้ใช้ Tension T-7 อัตรา 5 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร เป็นตัวแทนซึ่งถือเป็นสารเสริมประสิทธิภาพที่ราคาไม่สูง ปัจจุบันสารเสริมประสิทธิภาพกลุ่มนี้กำลังเป็นที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากได้มาจากสารธรรมชาติ ย่อยสลายได้ง่าย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้แล้วยังมีคุณสมบัติเป็นสารเปียกใบได้ดี มีทั้งชนิดเกิดฟองมากที่นิยมใช้กับการล้างรถหรือน้ำยาซักผ้า หรือเกิดฟองน้อยที่ใช้เป็นสารเสริมประสิทธิภาพของสารเคมีเกษตร(agronomic adjuvants) อีกทั้งมีความเป็นพิษต่อพืชต่ำเนื่องจากได้มาจากน้ำตาลจากพืช ออร์กาโนซิลิเกต (Organosilicates) เป็นสารลดแรงตึงผิวแบบที่ไม่มีประจุ มีการพัฒนามาตั้งแต่ปี คศ. 1970 เป็นสาร

กลุ่มซิลิโคน(silicone-based sprays) ในการทดลองนี้ใช้ Stillwet 2 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีคุณสมบัติทำให้สารเคมีเกษตรทนต่อการชะล้างของน้ำหรือฝน“rainfastness” นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติลดแรงตึงผิว และส่งเสริมให้สารอาหาร สารกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่ปากใบได้ แต่หากใช้อัตราสูงหรือใช้ในช่วงอุณหภูมิสูงก็มีโอกาสเกิดพิษต่อพืชได้ 1.4. สารลดแรงตึงผิวที่มีทั้งประจุบวกและลบ[(แอมโฟเทริก) Amphoteric Surfactants] ซึ่งชนิดนี้จะเติมในตัวผลิตภัณฑ์แล้ว 2.สารที่ได้จากน้ำมัน (oil based adjuvants) เช่น ไวท์ออย ปิโตรเลียมออย เนเชอรัลออย น้ำมันพืชเป็นต้น 3. สารกลุ่มอื่นๆ เช่น สารที่มีคุณสมบัติปรับสภาพน้ำ (Buffers) (รังสิต, มปป.และสุเทพ, 2564)

อย่างไรก็ตามก่อนการตัดสินใจผสมสารเสริมประสิทธิภาพประเภทต่างๆ จำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ การเกิดความเป็นพิษต่อพืช การเข้ากันได้ของสารทางกายภาพ การตกตะกอนหรือการแยกชั้น การเสริมฤทธิ์ (Synergism) หรือการต้านฤทธิ์กันของสาร (Antagonism) ตลอดจนความคงทนของสารในสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น หลังฝนตก หรือหลังการให้น้ำของเกษตรกร ซึ่งจากปัจจัยดังกล่าวจะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการที่จะต้องทราบถึงผลของการผสมสารฆ่าแมลงและสารเสริมประสิทธิภาพและความคงทนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* (L.)) เพื่อแนะนำสู่นักวิชาการและเกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงคะน้า
2. หัวฉีดแบบกรวยกลวง
3. เครื่องยนต์พ่นสารแบบใช้แรงดันน้ำ
4. เครื่อง patternator
5. สารเสริมประสิทธิภาพ ได้แก่ สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ(Anionic Surfactants: น้ำยาล้างจาน) และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ Nonionic Surfactants ซึ่งได้แก่สารเกาะติดใบ (spreader/stickers :Tension T-7) และสารกลุ่มซิลิโคน(silicone-based sprays : Stillwet)
6. สารฆ่าแมลงแนะนำ ได้แก่ spinetoram 12% SC, indoxacarb 15% SC, emamectin benzoate 1.92% EC, *Bt. Aizawai*
7. กล่องเลี้ยงแมลง
8. บีกเกอร์ (beaker)
9. ถ้วยพลาสติก
10. ปิเปต (pipette)
11. กระบอกตวง (cylinder)
12. แท่งแก้วคนสาร
13. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

วิธีการ

การเตรียมหนอนใยผัก

ทำการเก็บหนอนใยผักตระกูลกะหล่ำของเกษตรกรในแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี นนทบุรี นำหนอนมาเลี้ยงโดยใช้ใบกะหล่ำปลี (*Brassica oleraceae* var. *capitata* L.) ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 26 + 2°c ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ช่วงแสง 12 : 12 ชั่วโมง (สว่าง : มืด) จนกระทั่งเข้าดักแด้ เก็บรวบรวมดักแด้ใส่กรงเพื่อให้ออกเป็นผีเสื้อ เลี้ยงผีเสื้อด้วยน้ำผึ้ง 10% ที่ชุบกับสาลี ให้ผีเสื้อวางไข่บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผัก บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผักกะหล่ำปลีเป็นอาหาร เลี้ยงหนอนด้วยใบผักกะหล่ำปลีจนกระทั่งหนอนเข้าวัย 3 ช่วงต้น จึงนำหนอนรุ่นที่ 1 มาใช้ในการทดลอง(สุภราดา และคณะ, 2555)
การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่แนะนำและสารเสริมประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการ bioassays

สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบ

ใช้สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ spinetoram 12% SC, indoxacarb 15% EC, emamectin benzoate 1.92% EC, *Bt. Aizawai* ในอัตราแนะนำในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก

สารเสริมประสิทธิภาพที่ใช้ในการทดสอบ

ส่วนสารเสริมประสิทธิภาพที่จะนำมาใช้ทดสอบจะทำการเลือกสารเสริมประสิทธิภาพ 3 ประเภท ได้แก่ 1.สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ(Anionic Surfactants: น้ำยาล้างจาน) และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ Nonionic Surfactants ซึ่งได้แก่สารเกาะติดใบ(spreader/stickers :Tension T-7) และสารกลุ่มซิลิโคน(silicone-based sprays : Stillwet) แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน

1 การทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพระหว่างสารฆ่าแมลงแนะนำและสารเสริมประสิทธิภาพ

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, *Bt. aizawai*, ส่วนสารเสริมประสิทธิภาพที่จะนำมาใช้ทดสอบจะทำการเลือกสารเสริมประสิทธิภาพสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ (Anionic Surfactants: น้ำยาล้างจาน) และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ Nonionic Surfactants ซึ่งได้แก่สารเกาะติดใบ (spreader/stickers :Tension T-7 สารกลุ่มซิลิโคน (silicone-based sprays : Stillwet)

การทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพของสารจะทำโดยการผสมสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดด้วยน้ำ ในบีกเกอร์แก้วให้ได้ในปริมาตร 500 มิลลิลิตร และสำหรับการเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแบบผสม (Table 1) ใช้หลักการคือผสมสารทั้งสองในอัตราที่แนะนำ และนำมาใส่ในบีกเกอร์แก้วให้ได้ในปริมาตรดังที่กล่าวไว้ข้างต้น จากนั้นทิ้งสารฆ่าแมลงที่ผสมไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที สังเกตการแยกชั้นของสารด้วยสายตาและบันทึกผล

2 การทดสอบความเป็นพิษต่อพืช

วิธีการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลง ทำโดยนำสารฆ่าแมลงเดี่ยว 5 ชนิด และสารฆ่าแมลงที่ผสมสารเสริมประสิทธิภาพ 3 ชนิด ที่ได้จากการทดลองย่อยที่ 1.1 พ่นบนต้นคะน้าในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ต้นคะน้า 10 ต้น เป็น 1 ซ้ำ พ่น 4 ซ้ำที่อัตราพ่นตามคำแนะนำคือ 120 ลิตรต่อไร่ หลังพ่นสารฆ่าแมลง ต้นพืชจะเก็บไว้ในเรือนทดลอง สังเกตอาการเกิดพิษต่อพืชของคะน้าในช่วงเวลา 3, 5 และ 7 วันหลังพ่นสารฆ่าแมลงและบันทึกผล

3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแบบผสมด้วยวิธีการ bioassays ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทำการเก็บหนอนใยผักตระกูลกะหล่ำของเกษตรกรในแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี นนทบุรี นำหนอนมาเลี้ยงโดยใช้ใบกะหล่ำปลี (*Brassica oleraceae* var. capitata L.) ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเข้าดักแด้ เก็บรวบรวมดักแด้ใส่กรงเพื่อให้ออกเป็นผีเสื้อ เลี้ยงผีเสื้อด้วยน้ำผึ้ง 10% ที่ชุบกับสำลี ให้ผีเสื้อวางไข่บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผัก บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผักกะหล่ำปลีเป็นอาหาร เลี้ยงหนอนด้วยใบผักกะหล่ำปลีจนกระทั่งหนอนเข้าวัย 3 ช่วงต้น จึงนำหนอนรุ่นที่ 1 มาใช้ในการทดลอง (สุภราดา และคณะ, 2555) การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงชนิดเดียวและแบบผสมจากข้อ 1.1 ด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงด้วยวิธีการ bioassays ใช้วิธี leaf - dipping method ในการทดสอบการตายของหนอนใยผักที่อัตราแนะนำของสารฆ่าแมลง (สุภราดาและคณะ, 2555) โดยทำการเจือจางสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดด้วยน้ำที่ผ่านการปรับสภาพน้ำให้เหมาะสม ผสมสารเสริมประสิทธิภาพตามกรรมวิธี นำใบคะน้า มาจุ่มในสารฆ่าแมลงนาน 10 วินาที ส่วน control จะใช้ใบจุ่มในน้ำมาตรฐานที่ผสมกับสารจับใบเพียงอย่างเดียว นำใบที่จุ่มแล้วไปผึ่งให้แห้ง 30 นาที- 1 ชั่วโมง นำสำลีชุบน้ำพันบริเวณก้านคะน้าและห่อด้วยกระดาษฟรอยด์ เพื่อป้องกันไม่ให้ใบคะน้าเหี่ยว แล้วนำแต่ละใบมาใส่ในถ้วยพลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีฝาปิดที่เจาะรูเล็กๆ ให้อากาศถ่ายเทได้ และรองพื้นด้วยกระดาษกรองเพื่อดูดซับความชื้น ทำการปล่อยหนอนใยผักวัย 3 ช่วงต้นจำนวน 10 ตัวลงในแต่ละถ้วย จำนวน 4 ซ้ำ(ถ้วย) นำหนอนที่ทดลองไปไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ปล่อยให้หนอนกินใบผักที่ชุบสารฆ่าแมลงแล้วทำการบันทึกการตายที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หนอนที่ไม่ตอบสนองต่อการเขี่ยของปลายพู่กันจะถูกพิจารณาว่าตาย ถ้าหนอนใน control มีการตายเกิน 10% จะทำการทดลองใหม่ (สุภราดาและคณะ, 2555) ทำการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก โดยในกรณีที่หนอนใยผักในชุดควบคุมมีการตายจะทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) ค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (95% Confidence intervals, 95% CI)

4 ศึกษาผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อความคงทนต่อฝนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *(Plutella xylostella* (L.))

ทำการทดลองกึ่งแปลงทดลองโยปลูกต้นคะน้าในกระถาง กระถางละ 1 ต้น นำสารฆ่าแมลงที่ผสมสารเสริมประสิทธิภาพมาพ่นลงบนต้นคะน้า จากนั้นทำฝนเทียม โดยการจำลองสถานการณ์ฝนตก 2 สถานการณ์ ดังนี้

ฝนเล็กน้อย = ฝนตก 0.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร (13 มิลลิเมตร)

ฝนปานกลาง = ฝนตกปริมาณ 10.1 มิลลิเมตร ถึง 35.0 มิลลิเมตร (26 มิลลิเมตร)

การทำฝนเทียมจะประยุกต์ใช้เครื่อง patternator โดยละอองฝนจะผลิตจากหัวฉีดที่ติดตั้งบนเครื่องดังกล่าว หัวฉีดที่จะนำมาผลิตละอองสารนั้น จะเป็นหัวฉีดที่ผลิตขนาดละอองสารได้ใกล้เคียงกับละอองฝนจริงคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.5 ถึง 2 มิลลิเมตร หลังการทำฝนเทียมจากนั้นทิ้งไว้1 ชั่วโมงให้แห้ง (J Richard M Thacker, 1999) แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงด้วยวิธีการ bioassays ดังการทดลองที่ 3 จากนั้นเก็บตัวอย่างใบคะน้าหลังการทำฝนเทียมแล้ว 2, 4, 8 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการพ่นสารฆ่าแมลงแล้วไม่สัมผัสฝนที่เวลาเดียวกัน แล้วทำการบันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักที่ 72 ชั่วโมง

5 ศึกษาผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อความคงทนหลังการให้น้ำของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *(Plutella xylostella* (L.))

ทำการทดสอบเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 5 จากนั้นทำการให้น้ำโดยใช้ระบบสปริงเกอร์ และระยะเวลาการให้น้ำที่เกษตรกรซึ่งใช้เวลา 15 นาที ใช้หลังการให้น้ำเก็บใบคะน้ามาผึ่งให้แห้งแล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงด้วยวิธีการ bioassays จากนั้นเก็บตัวอย่างใบคะน้าหลังการให้น้ำแล้ว 2, 4, 8 และ 24 ชม. ตามลำดับ เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการพ่นสารฆ่าแมลงแล้วไม่มีการให้น้ำในที่เวลาเดียวกัน แล้วทำการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- การเข้ากันได้ทางกายภาพระหว่างสารฆ่าแมลงแนะนำและสารเสริมประสิทธิภาพ
- ความเป็นพิษต่อพืช
- เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดและความคงทนของสารฆ่าแมลงด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ
- เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักประสิทธิภาพของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อความคงทนต่อฝนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก
- เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักประสิทธิภาพของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อความคงทนหลังการให้นน้ำของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก

เวลาและสถานที่

ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเลี้ยงขยายหนอนใยผัก

- ทำการสำรวจและเก็บหนอนใยผักจากแปลงเกษตรกร นำมาเลี้ยงขยายเพื่อใช้ในการทดลอง โดยทำการสำรวจแปลงเกษตรกรที่อำเภอท่าม่วงจังหวัดกาญจนบุรี อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี และอำเภอไทรน้อยจังหวัดนนทบุรี

1 การทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพระหว่างสารฆ่าแมลงแนะนำและสารเสริมประสิทธิภาพ

- การทดสอบใช้วิธีการ Jar test โดยใช้การแยกชั้นด้วยสายตา ซึ่งเป็นการทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพ โดยผสมสารในบีกเกอร์แก้ว ทิ้งสารฆ่าแมลงกับสารเสริมประสิทธิภาพที่ผสมไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที สังเกตการแยกชั้นของสารด้วยสายตาพบว่า 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, *Bt. Aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสารเสริมประสิทธิภาพ ได้แก่สารเสริมประสิทธิภาพสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ (Anionic Surfactants: น้ำยาล้างจาน) และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ Nonionic Surfactants ซึ่งได้แก่สารเกาะติดใบ (spreader/stickers :Tension T-7 สารกลุ่มซิลิโคน(silicone-based sprays : Stillwet) พบว่าผลการทดลองพบว่าสารเสริมประสิทธิภาพทุกชนิดสามารถผสมเข้ากันได้ดีกับสารฆ่าแมลงในทุกกรรมวิธี โดยไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตา

2 การทดสอบความเป็นพิษต่อพืช

เมื่อทำการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงและสารเสริมประสิทธิภาพ พบว่าไม่พบความเป็นพิษต่อคะน้าที่เกิดจากสารฆ่าแมลงและสารเสริมประสิทธิภาพในทุกกรรมวิธี

3 การทดสองด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในคะน้า ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร และแปลงของเกษตรกรอำเภออู่ทอง 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 และ *Bt. Aizawai* อัตรา 100 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมกับสารเสริมประสิทธิภาพ ได้แก่ สารเสริมประสิทธิภาพสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ(Anionic Surfactants: น้ำยาล้างจาน) และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ Nonionic Surfactants ซึ่งได้แก่สารเกาะติดใบ (spreader/stickers :Tension T-7 สารกลุ่มซิลิโคน(silicone-based sprays : Stillwet) (Table 2) ผลการทดลองพบว่า จากการผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดกับสารเสริมประสิทธิภาพชนิดต่างๆ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงกับสารเสริมประสิทธิภาพต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays พบว่าสารเสริม

ประสิทธิภาพที่ทดลองทุกชนิดไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำทั้ง 8 ชนิด ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้าในห้องปฏิบัติการ

4 ศึกษาผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อความคงทนต่อฝนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *(Plutella xylostella* (L.))

การทดลองแบบกึ่งแปลงทดลองเลือกใช้สาร spinetoram 12% SC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นตัวแทนของสารประเภทดูดซึม และสาร *Bt. Aizawai* อัตรา 100 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งไม่ใช่สารดูดซึม อีกทั้งยังเป็นสารชีวภัณฑ์ เป็นตัวแทนของสารที่ใช้ทดลองในสภาพกึ่งแปลงทดลอง (คำแนะนำสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 2564) และเลือกสารเสริมประสิทธิภาพ Tension T-7 อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งจากการทดลองพบว่า หลังการพ่นด้วยสารฆ่าแมลงทดลองแล้วไม่ได้ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักสูงที่สุด และยิ่งมีระยะปลอดฝนนานขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักมีมากขึ้น

5 ศึกษาผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อความคงทนหลังการให้น้ำของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *(Plutella xylostella* (L.))

การทดลองแบบกึ่งแปลงทดลองเลือกใช้สาร spinetoram 12% SC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นตัวแทนของสารประเภทดูดซึม และสาร *Bt. Aizawai* อัตรา 100 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งไม่ใช่สารดูดซึม อีกทั้งยังเป็นสารชีวภัณฑ์ เป็นตัวแทนของสารที่ใช้ทดลองในสภาพกึ่งแปลงทดลอง (คำแนะนำสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 2564) และเลือกสารเสริมประสิทธิภาพ Tension T-7 อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เช่นเดียวกับการทดลองการทนต่อฝน ซึ่งจากการทดลองพบว่า หลังการพ่นด้วยสารฆ่าแมลงทดลองแล้วไม่ได้ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบการให้น้ำหลังพ่นสารฆ่าแมลง spinetoram 12% SC ผสมด้วยสารเสริมประสิทธิภาพ Tension T-7 ยิ่งมีการเว้นระยะก่อนให้น้ำนานยิ่งทำให้สารมีประสิทธภาพสอดคล้องกับการทดลองการทนต่อฝน

ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองความคงทนของปริมาณน้ำฝนของสารฆ่าแมลงในการควบคุมแมลงหวี่ขาวในแปลงเชอร์รี่ ของ Ignatius P.Andika ; 2019 ที่พบว่า spinetoram และ cyantraniliprole ในปริมาณน้ำฝน 12.7 และ 25.4 มิลลิเมตร มีเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยแมลงหวี่ขาวน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณน้ำฝน 0 มิลลิเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารตกค้าง phosmet และ spinetoram มีความไวต่อการชะล้างมากที่สุด และ acetamiprid ได้รับผลกระทบจากปริมาณน้ำฝนจำลองน้อยที่สุด

และการทดลองผลของสารเสริมประสิทธิภาพ 6 ชนิด ได้แก่ Agral, Bond, Codacide Oil, Li 700, Silwet L-77, and Headland Guard ต่อความคงทนของฝนของสาร Chlorpyrifos โดยหลังจากพ่นสารแล้วให้สัมผัสกับปริมาณน้ำฝนลำลองเป็นเวลา 10, 20 หรือ 30 นาที ผลการวิจัยพบว่า 'Bond' และ 'Headland Guard' สารเสริมที่ทำจากยางธรรมชาติทำให้เกิดการทนฝนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับสารเสริมประสิทธิภาพชนิด อื่นๆ ที่วิเคราะห์ไม่มีนัยสำคัญหรือไม่สามารถสรุปได้ (J Richard M Thacker, 1999)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ศึกษาผลของสารเสริมประสิทธิภาพที่มีต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดและความคงทนของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* (L.)) โดยการทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพระหว่างสารฆ่าแมลงแนะนำและสารเสริมประสิทธิภาพ พบว่าสารฆ่าแมลง spinetoram 12% SC, indoxacarb 15% EC, emamectin benzoate 1.92% EC, chlorfenapyr 10% SC, *Bt. aizawai*, เข้ากันได้กับสารเสริมประสิทธิภาพทุกชนิดโดยไม่เกิดการตกตะกอน เมื่อทดสอบความคงทนต่อฝนโดยใช้สาร spinetoram 12% SC เป็นตัวแทนของสารดูดซึมและ *Bt. aizawai* เป็นตัวแทนของสารที่ไม่ใช่สารดูดซึม ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิด เป็นสารที่แนะนำการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า และใช้สารเสริมประสิทธิภาพ Tension T-7 (Surfactants) เป็นตัวแทนซึ่งเกษตรกรนิยมใช้และราคาไม่แพง หลังการทำฝนเทียมแล้ว 2, 4, 8 และ 24 ชั่วโมง และไม่โดนฝนที่ปริมาณน้ำฝน 13 (ฝนเล็กน้อย) และ 23 (ฝนปานกลาง) รวมถึงหลังการให้น้ำแล้ว 2, 4, 8 และ 24 ชั่วโมง และไม่ให้น้ำ พบว่าให้ผลสอดคล้องกันคือฝนและการให้น้ำมีผลต่อการชะล้างของสารฆ่าแมลง โดยยิ่งมีระยะปลอดฝนหรือการทิ้งระยะหลังให้น้ำนานยิ่งทำให้สารฆ่าแมลงมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา.2565.เกณฑ์อากาศ.(ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล https://www.tmdgo.th/info/info.php?FileID=29 (21 กุมภาพันธ์ 2565)

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. ม.ป.ป.. คู่มืออบรมหลักการให้ธาตุอาหารทางใบ สารเสริมประสิทธิภาพ. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN_AGRI/search_detail/result/25542 . (20 กุมภาพันธ์ 2565)

สุเทพ สหายา.2563. มาอัพเดทสารเสริมประสิทธิภาพที่ใช้ในการเกษตรกันดีกว่า(ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล https://kasetgo.com/t/topic/204437(21 กุมภาพันธ์ 2565)

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

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

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

Finney, D.J. 1971. Probit Analysis, third ed. Cambridge University Press, London.

IRAC. 2018. IRAC Mode of action classification V 8.2 (Online). Available. http://www.irac online.org. (February 22, 2019).

Ignatius P. Andika, Christine Vandervoort and John C. Wise. 2019. Rainfastness of Insecticides Used to Control Spotted-Wing Drosophila in Tart Cherry Production. Insects. 2019 Jul; 10(7): 203.

J Richard M Thacker, Roderick D F Young.1999. The effects of six adjuvants on the rainfastness of chlorpyrifos formulated as an emulsifiable concentrate. Pest Management Science.Volume55, Issue2 .February 1999.Pages 198-200

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.

Table 1 Common Name, application rate, mode of action of Insecticides on Chinese kale and type of adjuvants treated .

	Common Name	Application rate (g,ml/20 l of water)	mode of action IRAC[1/] CODE
	Insecticides		
1.	spinetoram 12% SC	40	5
2.	indoxacarb 15% EC	40	22A
3.	emamectin benzoate 1.92% EC	40	6
4.	*Bt . aizawai*	100	11
	Adjuvants		
1.	spreader/stickers		
2.	silicone-based sprays		
3.	Dishwashing liquid		
	Insecticides + Adjuvants		
1.	spinetoram 12% SC + spreader/stickers	40	5
2.	indoxacarb 15% EC + spreader/stickers	40	22A
3.	emamectin benzoate 1.92% EC spreader/stickers	40	6
4.	*Bt . aizawai* + spreader/stickers	100	11
5.	spinetoram 12% SC + silicone-based sprays	40	5
6.	indoxacarb 15% EC+ silicone-based sprays	40	22A
7.	emamectin benzoate 1.92% EC+ silicone-based sprays	40	6
8.	*Bt . aizawai* + silicone-based sprays	100	11
9.	spinetoram 12% SC + Dishwashing liquid	40	5
10.	indoxacarb 15% EC + Dishwashing liquid	40	22A
11.	emamectin benzoate 1.92% EC + Dishwashing liquid	40	6
12.	*Bt. aizawai* + Dishwashing liquid	100	11

[1/] Insecticide Resistance Action Commitee

Table 2 Mortality of diamondback moth after feeding on Chinese kale leaf treated under laboratory conditions.

Parameter	Treatment	Mortality of diamondback moth[1/ 2/]		
		24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.
1. spinetoram 12%	spreader/stickers	80.0	95.0	97.5
SC	silicone-based sprays	65.0	95.0	100.0
	Dishwashing liquid	62.5	97.5	100.0
	Control	0.0	0.0	2.5
2. indoxacarb 15%	spreader/stickers	2.5	10.5	42.5
SC	silicone-based sprays	0	15.0	27.5
	Dishwashing liquid	1.0	17.5	32.5
	Control	0.0	2.5	2.5
3. emamectin	spreader/stickers	15.0	27.5	52.5
benzoate 1.92% EC	silicone-based sprays	12.5	30.0	61.5
	Dishwashing liquid	15.5	20.0	47.5
	Control	0	2.5	2.5
4. *Bt. Aizawai*	spreader/stickers	0	15.0	45.0
	silicone-based sprays	10.0	22.5	42.5
	Dishwashing liquid	5.5	12.5	50.0
	Control	0	2.5	2.5

[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 3 Mortality of diamondback moth after sprayed with insecticide and exposed to rain at different times after spraying.

Treatment	Insecticides + Adjuvants	Mortality of diamondback moth	
2 hr	spinetoram+spreader/stickers	52.5	ab[1/]
4 hr	spinetoram+spreader/stickers	57.5	ab
8 hr	spinetoram+spreader/stickers	37.5	b
9 hr	spinetoram+spreader/stickers	57.5	ab
no rain	spinetoram+spreader/stickers	75	a
Control	spinetoram+spreader/stickers	2.5	c
	CV(%)	28.1	
2 hr	Bt. Aizawai+spreader/stickers	50	ab
4 hr	Bt. Aizawai+spreader/stickers	45	ab
8 hr	Bt. Aizawai+spreader/stickers	40	b
9 hr	Bt. Aizawai+spreader/stickers	60	ab
no rain	Bt. Aizawai+spreader/stickers	50	a
Control	Bt. Aizawai+spreader/stickers	2.5	c
	CV(%)	28.4	

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

Table 4 Mortality of diamondback moth after sprayed with insecticide and exposed to watering the sprinkler system at different times after spraying.

Treatment	Insecticides + Adjuvants	Mortality of diamondback moth			
		Light Rain		Moderate Rain	
2 hr	spinetoram+spreader/stickers	4.75	b	35	b
4 hr	spinetoram+spreader/stickers	4.25	bc	35	b
8 hr	spinetoram+spreader/stickers	3.25	c	40	b
9 hr	spinetoram+spreader/stickers	6.25	a	50	ab
no rain	spinetoram+spreader/stickers	6.75	a	65	a
Control	spinetoram+spreader/stickers	0	d	2.5	c
	CV(%)	19		32.4	
2 hr	Bt. Aizawai+spreader/stickers	4.25	b	27.5	b
4 hr	Bt. Aizawai+spreader/stickers	5.25	ab	32.5	b
8 hr	Bt. Aizawai+spreader/stickers	4.5	b	30	b
9 hr	Bt. Aizawai+spreader/stickers	4.5	b	37.5	b
no rain	Bt. Aizawai+spreader/stickers	6	a	55	a
Control	Bt. Aizawai+spreader/stickers	0	c	0	c
	CV(%)	18.6		27	

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

ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence herbicide) ผสมร่วมกับประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicide) ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Evaluation of Pre-and Post-emergence Herbicide Tank Mixture for Weed Control in Maize (*Zea mays* L.)

จรัญญา ปิ่นสุภา[1/] ปรัชญา เอกฐิน[2/] เทอดพงษ์ มหาวงศ์[2/]
เอกรัตน์ ธนูทอง[2/] อุษณีย์ จินดากุล[2/]
[1/]กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชและพืชทดแทนพลังงาน
[2/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The efficacy study of pre-emergence and post-emergence herbicide tank mixing were implemented to obtain better insight into weed control on maize under weed management in maize project. The experiment was conducted at the greenhouse located at Weed Science Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, from January - October 2020. during January-October 2020. The experimental design contained 21 treatments: 5 pre-emergence herbicides including atrazine, ametryn, acetochlor, s-metolachlor and flumioxazin at the application rates of 360, 280, 240 and 15 g ai/rai, each of which was tank-mixed with 4 post-emergence herbicides including 2,4-D, triclopyr, fluazifop-P-butyl and glufosinate by rate 168, 66.8, 24 and 90 g ai/rai respectively, and compared with non-treated control. The results showed that atrazine+triclopyr and ametryn+2,4-D did not cause toxicity to maize and effectively control weeds. On the other hand, although flumioxazin+2,4-D, flumioxazin+triclopyr, flumioxazin+ glufosinate, atrazine+glufosinate, s-metolachlor+glufosinate and ametryn+glufosinate provided well control weed, they were toxic to maize. Shortly afterward two field experiments were examined at the Maize and Sorghum Research Centre, Nakhon Ratchasima province and a farmer's field in Nakhon Sawan province from January to

รหัสการทดลอง 03-33-60-01-02-00-09-63

April 2021. The none-toxic tank mixing herbicides were applied cover maizes and toxic tank mixing herbicides were applied between row of maizes. These two fields revealed similar results: S-metolachlor+glufosinate performed promising good weed control up to 30 days after application and did not affect the yield of maize.

Keywords : weed management, tank mixtures herbicides, weed

บทคัดย่อ

ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence herbicide) ผสมร่วมกับประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicide) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ควบคุมวัชพืชในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการทดลองในเรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนมกราคม–ตุลาคม 2563 สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกที่นำมาทดสอบ ได้แก่ atrazine, ametryn, acetochlor, s-metolachlor และ flumioxazin อัตรา 360, 280, 240 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ ผสมร่วมกับสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก ได้แก่ 2,4-D, triclopyr, fluazifop-P-butyl และ glufosinate อัตรา 168, 66.8, 24 และ 90 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช ผลการทดลองพบว่า สารกำจัดวัชพืช atrazine+triclopyr และ ametryn+2,4-D ไม่เป็นพิษต่อข้าวโพดและมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี ส่วนสารกำจัดวัชพืช flumioxazin+2,4 -D, flumioxazin+triclopyr, flumioxazin+glufosinate, atrazine+glufosinate, s-metolachlor +glufosinate และ ametryn+glufosinate มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี แต่เป็นพิษต่อต้นข้าวโพด จึงนำสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวมาทดสอบในสภาพแปลงเกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนมกราคม–พฤษภาคม 2564 โดยนำสารกำจัดวัชพืชที่ไม่เป็นพิษต่อต้นข้าวโพดพ่นคลุมทับบนต้นข้าวโพด และนำสารกำจัดวัชพืชที่เป็นพิษต่อข้าวโพดพ่นระหว่างแถวปลูกข้าวโพด ผลการทดลองพบว่า s-metolachlor+glufosinate มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร และไม่ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตต่อข้าวโพด

คำหลัก : การจัดการวัชพืช; สารกำจัดวัชพืชแบบผสม; วัชพืช

คำนำ

วัชพืชเป็นปัญหาสำคัญในการปลูกข้าวโพด เนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต เพราะข้าวโพดมีช่วงวิกฤติที่อ่อนแอต่อวัชพืชที่สุด คือระยะประมาณ 22-37 วันหลังงอก ระยะนี้ถ้ามีวัชพืชรบกวนจะทำให้ผลผลิตข้าวโพดเสียหายสูงสุด ดังนั้นการปลูกข้าวโพดให้ได้

ผลผลิตสูงจึงต้องให้สภาพแปลงปลอดวัชพืชตลอดช่วงระยะเวลา 1 เดือนแรกตั้งแต่เริ่มปลูก แต่ถ้าปล่อยให้มีวัชพืชขึ้นแข่งขันกับข้าวโพด ทำให้ผลผลิตข้าวโพดลดลงได้มากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) การป้องกันและกำจัดวัชพืชมีหลายวิธี เช่น ใช้เครื่องจักรกล แรงงานคน หรือใช้สารกำจัดวัชพืช ในปัจจุบันปัญหาการกำจัดวัชพืชของเกษตรกร คือ ค่าจ้างแรงงานสูง ขาดแคลนแรงงาน เกษตรกรจึงหันมาใช้สารกำจัดวัชพืชในการป้องกันกำจัดเพิ่มมากขึ้น มีทั้งการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อน (pre-emergence herbicide) และหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicide) ซึ่งเกษตรกรพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก หลังจากปลูกข้าวโพดไม่เกิน 2-3 วันหลังปลูก ซึ่งหากเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกที่มีประสิทธิภาพจะสามารถควบคุมวัชพืชได้ดีอย่างน้อย 30 วันหลังพ่นสาร แต่บางครั้งการใช้สารประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ทุกชนิด บางชนิดต้องมีการกำจัดครั้งที่ 2 ซึ่งเกษตรกร อาจจะใช้เครื่องจักรกล แรงงานคน หรือใช้สารกำจัดวัชพืช แต่ส่วนใหญ่เกษตรใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก เนื่องจากสะดวก และค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชไม่แพงไปกว่าวิธีอื่น ๆ ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารกำจัดวัชพืช ถึง 2 ครั้ง แต่หากมีการศึกษาหาสารกำจัดวัชพืชผสมระหว่างสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกและสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกใช้ในช่วงที่วัชพืชงอกแล้ว ประมาณ 15-20 วันปลูกข้าวโพด หรือวัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ จะสามารถลดการใช้สารกำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 ได้ เนื่องจากเมื่อมีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบผสมดังกล่าว จะสามารถกำจัดวัชพืชที่งอกขึ้นมาแล้ว และยังสามารถกำจัดวัชพืชที่เมล็ดยังไม่งอกในดินได้ ทำให้เกษตรกรไม่ต้องเสียเวลา แรงงาน และเพิ่มต้นทุนการผลิต และยังช่วยแก้ไขปัญหาการยกเลิกการใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat ที่ใช้กำจัดวัชพืชหลังจากที่ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ในระยะแรกของการปลูก ดังนั้นควรทำการทดลองศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก ผสมร่วมกับประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก ในข้าวโพดเพื่อหาสารกำจัดวัชพืชแบบผสม (tank mixture) ที่มีประสิทธิภาพสามารถควบคุมวัชพืชได้ดี และไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวโพด

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
- เมล็ดวัชพืช ได้แก่ หญ้าตีนติด หญ้านกสีชมพู หญ้ายาง ผักโขม และแห้วหมู
- กระบะ
- ป้ายชื่อหน่วยการทดลอง
- ถังพ่นสาร
- สารกำจัดวัชพืช atrazine 90% WG, ametryn 50% SC, acetochlor 50% EC, S-metolachlor 96% EC และ flumioxazin 50% WP, 2,4-D 84% SL, triclopyr 66.8% EC, fluazifop-P-butyl 15% EC และ glufosinate 15% SL

วิธีการ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ทดสอบความเป็นพิษและประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช atrazine, ametryn, acetochlor, s-metolachlor และ flumioxazin อัตรา 360, 280, 240 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ผสมร่วมกับ 2,4-D, triclopyr, fluazifop-P-butyl และ glufosinate อัตรา 168, 66.8, 24 และ 90 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

แบบการวิจัย (Research Design)

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 21 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
1. atrazine+2,4-D	360+168
2. atrazine+triclopyr	360+66.8
3. atrazine+fluazifop-P-butyl	360+24
4. atrazine+glufosinate	360+90
5. ametryn+2,4-D	280+168
6. ametryn+triclopyr	280+66.8
7. ametryn+fluazifop-P-butyl	280+24
8. ametryn+glufosinate	280+90
9. acetochlor+2,4-D	240+168
10. acetochlor+triclopyr	240+66.8
11. acetochlor+fluazifop-P-butyl	240+24
12. acetochlor+glufosinate	240+90
13. S-metolachlor+2,4-D	240+168
14. S-metolachlor+triclopyr	240+66.8
15. S-metolachlor+fluazifop-P-butyl	240+24
16. S-metolachlor+glufosinate	240+90
17. flumioxazin+2,4-D	15+168
18. flumioxazin+triclopyr	15+66.8
19. flumioxazin+fluazifop-P-butyl	15+24
20. flumioxazin+glufosinate	15+90
21. ไม่พ่นสาร	

วิธีปฏิบัติในการวิจัย

1.1 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อข้าวโพด โดยพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง ลงในกระบะขนาด 30x50 ซม. ในแต่ละกระบะปลูกข้าวโพด 25 ต้น หลังจากนั้นทำการถอนแยกให้เหลือ 20 ต้นต่อกระบะ หลังจากปลูกข้าวโพดประมาณ 20 วัน พ่นสารตามกรรมวิธีการทดลองโดยใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack) หัวพ่นแบบพัด ปริมาณน้ำ 80 ลิตรต่อไร่

บันทึกข้อมูล

1. ประเมินความเป็นพิษต่อต้นข้าวโพด ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่น โดยให้คะแนนจากการประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช 2554) ดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ
1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย
4-6 = เป็นพิษปานกลาง
7-9 = เป็นพิษรุนแรง
10 = พืชปลูกตาย

2. วัดความสูงและเก็บน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ระยะ 30 วันหลังพ่น
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความสูง น้ำหนักสดของต้นข้าวโพด
- สถานที่ทำการทดลอง เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช

1.2 ทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช โดยพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลองลงในกระบะขนาด 30x50 ซม. ในแต่ละกระบะปลูกวัชพืชหลัก โดยส่วนใหญ่เป็นวัชพืชที่พบในแปลงข้าวโพด ได้แก่ หญ้าตีนติด (*Brachiaria reptans* (Linn.) Gard et Hubb) หญ้านกสีชมพู่ (*Echinochloa colona* (L.) Link) หญ้ายาง (*Euphorbia heterophylla* L.) โดยนำเมล็ดวัชพืชอย่างละ 50 เมล็ด (ทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดวัชพืชในจานแก้วก่อนนำมาทดลอง) ปลูกลงในกระบะทดลองชนิดละจำนวน 63 กระบะ ให้น้ำตามปกติ หลังจากวัชพืชงอกประมาณ 20 วัน หรือวัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง โดยใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack) หัวพ่นแบบพัด ปริมาณน้ำ 80 ลิตรต่อไร่

บันทึกข้อมูล

1. ประสิทธิภาพในการควบคุม ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่น โดยให้คะแนนจากการประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช 2554) ดังนี้

0 = ควบคุมไม่ได้
1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย
4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง
7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี
10 = ควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์

2. เก็บน้ำหนักแห้งของวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่น คำนวณหาประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช (%)

$$\text{Weed Control efficiency (\%)} = \frac{\text{Dry weight of weeds in control - dry weight of treatment plot}}{\text{Dry weight of weeds in control}} \times 100$$

- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ น้ำหนักแห้งของวัชพืช
- สถานที่ทำการทดลอง เรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในสภาพไร่

โดยนำสารกำจัดวัชพืชในขั้นตอนที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีและไม่เป็นพิษต่อต้นข้าวโพดพ่นคลุมทับบนต้นข้าวโพด และนำสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีแต่เป็นพิษต่อต้นข้าวโพดพ่นระหว่างแถวข้าวโพด เปรียบเทียบกับการพ่นสารกำจัดวัชพืช atrazine 90% WG อัตรา 405 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และสารกำจัดวัชพืช glufosinate 15% SL อัตรา 90 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

แบบการวิจัย (Research Design)

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 12 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)	พ่นที่ระยะ
1. atrazine+triclopyr	360+66.8	15-20 หลังปลูก หรือ วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ พ่นระหว่างแถว วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ
2. atrazine+glufosinate	360+90	
3. ametryn+2,4-D	280+168	15-20 หลังปลูก หรือ วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ พ่นระหว่างแถว วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ
4. ametryn+glufosinate	280+90	
5. S-metolachlor+glufosinate	240+90	พ่นระหว่างแถว วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ
6. flumioxazin+2,4-D	15+168	พ่นระหว่างแถว วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ
7. flumioxazin+triclopyr	15+66.8	พ่นระหว่างแถว วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ
8. flumioxazin+glufosinate	15+90	พ่นระหว่างแถว วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 12 กรรมวิธี ประกอบด้วย (ต่อ)

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)	พ่นที่ระยะ
9. glufosinate	90	พ่นระหว่างแถว วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ
10. atrazine	405	15-20 หลังปลูก หรือ วัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ
11. กำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน	-	
12. ไม่กำจัดวัชพืช	-	

ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย

เตรียมแปลงโดย ไถ 2 ครั้ง แล้วยกร่องก่อนปลูก ใส่ปุ๋ยใช้สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมเตรียมดินและแต่งหน้าด้วยปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกโดยใช้แจ็ปจำนวน 8 แถวต่อแปลงย่อย ระยะปลูก 75x25 ซม.จำนวน 1 ต้นต่อหลุม แถวยาว 5 เมตร พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง ที่ระยะ 20 วันหลังจากปลูกข้าวโพด หรือวัชพืชโดยส่วนใหญ่มีจำนวนใบ 3-5 ใบ ใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack) หัวพ่นแบบพัด ปริมาณน้ำ 80 ลิตรต่อไร่

บันทึกข้อมูล

1. ประเมินความเป็นพิษ และประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร
2. น้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร
3. การเจริญเติบโต ความสูงที่ระย 30 วัน และที่ระยะเก็บเกี่ยว
4. ผลผลิตของข้าวโพด ที่ระยะเก็บเกี่ยว

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ : ความสูงต้น ความยาวฝัก และผลผลิต

เวลาและสถานที่

- ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมกราคม-เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2564 แปลงเกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองในสภาพเรือนทดลอง

ความเป็นพิษต่อข้าวโพด

การใช้สาร atrazine+2 ,4 -D, atrazine+triclopyr, S-metolachlor+2 ,4 -D, S-metolachlor+triclopyr ไม่เป็นพิษต่อข้าวโพด ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืช ametryn+2,4-D และ ametryn+triclopyr เป็นพิษเล็กน้อย หลังจากนั้นที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ

และสารกำจัดวัชพืชในกรรมวิธีอื่นเป็นพิษต่อข้าวโพด โดยเฉพาะสารกำจัดวัชพืช atrazine+fluazifop-P-butyl, ametryn+fluazifop-P-butyl, S-metolachlor +fluazifop-P-butyl, flumioxazin+fluazifop-P-butyl และ flumioxazin+glufosinate ทำให้ต้นข้าวโพดตาย **(Table 1)**

เมื่อเก็บข้อมูลทางด้านความสูง และน้ำหนักสดของข้าวโพด พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชโดยส่วนใหญ่ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตต่อข้าวโพด ยกเว้นการใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine+fluazifop-P-butyl, ametryn+fluazifop-P-butyl, ametryn+glufosinate, acetochlor +fluazifop-P-butyl, S-metolachlor+ fluazifop-P-butyl และ S-metolachlor+glufosinate ผลกระทบต่อความสูง และน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร **(Table 2)**

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

จากการประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชด้วยสายตา ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช (Table 3) พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช atrazine+triclopyr, ametryn+2,4-D, flumioxazin+2,4-D, flumioxazin+triclopyr และ flumioxazin+glufosinate ควบคุมวัชพืช หญ้ายาง หญ้าตีนติด และหญ้านกสีชมพู ได้อย่างสมบรูณ์ (วัชพืชตายทั้งหมด) ทำให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชดังกล่าวได้สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ จากการนำน้ำหนักแห้งของวัชพืชมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การควบคุมวัชพืช (Table 4) รองลงมาคือ สารกำจัดวัชพืช atrazine+glufosinate, S-metolachlor+glufosinate และ ametryn+glufosinate โดยให้ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชโดยรวมได้ 90-99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นๆ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชโดยรวมต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองได้คัดเลือกสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีและไม่เป็นพิษต่อต้นข้าวโพดพ่นคลุมทับบนข้าวโพด ได้แก่ atrazine+triclopyr และ ametryn+2,4-D ที่ไม่เป็นพิษต่อข้าวโพดพ่นคลุมทับบนต้นข้าวโพด และสารกำจัดวัชพืช flumioxazin+2,4-D, flumioxazin+triclopyr, flumioxazin+ glufosinate, atrazine+glufosinate, S-metolachlor +glufosinate, และ ametryn+glufosinate พ่นระหว่างแถวข้าวโพด เนื่องจากเป็นพิษต่อต้นข้าวโพดไปทดสอบในสภาพแปลง

การทดลองในสภาพแปลง

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อข้าวโพด

จากการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อข้าวโพดด้วยสายตา ที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังพ่นสารทั้ง 2 แปลง ให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน (Table 5) โดยสารกำจัดวัชพืช ametryn+2,4-D เป็นพิษรุนแรงต่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จนถึงระยะ 15 วันหลังพ่นสาร โดยใบและต้นข้าวโพดแสดงอาการไหม้อย่างรุนแรง จากนั้นที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ข้าวโพดสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ แต่ต้นเตี้ย แคระแกร็น ส่วนสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ได้แก่ atrazine+triclopyr, atrazine+glufosinate, ametryn+glufosinate, flumioxazin+2,4-D, flumioxazin+ triclopyr, flumioxazin+glufosinate, และสารเปรียบเทียบ glufosinate เป็นพิษเล็กน้อยมีอาการใบไหม้ และ

พบว่า สารกำจัดวัชพืช ametryn+glufosinate, flumioxazin+2,4-D, flumioxazin+triclopyr และ flumioxazin+glufosinate พบอาการเป็นพิษเล็กน้อย แสดงอาการปลายใบไหม้ ที่แปลงทดลองจังหวัดนครสวรรค์ อาจเนื่องจากในขณะที่พ่นสารมีละอองสารไปสัมผัสกับต้นหรือใบข้าวโพด ซึ่งสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวใช้พ่นระหว่างแถว หากพ่นไม่ระวังจะเกิดความเป็นพิษต่อต้นข้าวโพด เช่นเดียวกับสารเปรียบเทียบ glufosinate ส่วน S-metolachlor+glufosinate ไม่พบอาการเป็นพิษ ขณะพ่นมีความระมัดระวังไม่ให้ละอองสัมผัสใบและต้นข้าวโพด สอดคล้องกับการทดลองของ ธนัชสัณห์ และมณฑิตา (2563) พบว่า triclopyr อัตรา 67.2 และ 89.6 g กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เป็นพิษต่อต้นข้าวโพดเล็กน้อย (3 คะแนน) เช่นเดียวกับ สิริชัย และคณะ (2556) พบว่า triclopyr อัตรา 150 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ glufosinate อัตรา 105 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เป็นพิษเล็กน้อยต่อข้าวโพดที่ระยะ 15 วันหลังพ่น หลังจากนั้นที่ระยะ 30 วันหลังพ่นมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ยังพบว่าการทดลองของ สราวุธ และคณะ (2564) ใช้สารกำจัดวัชพืช ametryn (400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) ที่ระยะ 30 วันหลังปลูก ไม่เป็นพิษต่อข้าวโพด และการทดลองของ Mehmeti *et al.* (2012) ที่ใช้สารกำจัดวัชพืช 2,4-D ในรูปที่แตกต่างกัน ไม่มีความเป็นพิษกับข้าวโพด รวมทั้งการทดลองของ Moinuddin *et al.* (2018) ใช้ atrazine ในอัตราต่างๆ (160, 320, 640 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) ไม่พบอาการเป็นพิษต่อข้าวโพดเช่นกัน อาจเนื่องจากช่วงระยะเวลาการใช้สารที่อายุข้าวโพดแตกต่างกัน

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

วัชพืชที่พบในแปลงทดลองจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดนครราชสีมา (Table 6) มีทั้งวัชพืชประเภทใบแคบและใบกว้าง วัชพืชที่พบที่แปลงจังหวัดนครสวรรค์ ได้แก่ หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona* (L.) Link) หญ้าตีนนก (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler) หญ้าปากควาย (Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.) หญ้าหางนกยูงใหญ่ [*Acrachne racemosa* (B.Heyne ex Roth) Ohwi)] ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum* L.) หญ้ายาง (*Euphorbia heterophylla* L.) ความหนาแน่นของวัชพืช 44.6, 23.2, 5.2, 7.2, 6.6 และ 14 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนแปลงจังหวัดนครราชสีมา พบวัชพืช ได้แก่ หญ้าโขย่ง (*Rottboellia cochinchinensis* Lour. W. Clayton) และ หญ้ายาง (*Euphorbia heterophylla* L.) ความหนาแน่น 75 และ 85 ต้นต่อตารางเมตร ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชทั้ง 2 แปลง ให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน (Table 7) โดยสาร S-metolachlor+ glufosinate พ่นระหว่างแถวข้าวโพด มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี จนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร และยังพบว่าประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของสาร atrazine+glufosinate และ ametryn+glufosinate มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นที่แปลงจังหวัดนครสวรรค์ แต่แปลงจังหวัดนครราชสีมามีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง ส่วนสาร flumioxazin+triclopyr และ flumioxazin+glufosinate มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่แปลงจังหวัดนครสวรรค์ได้ปานกลาง แต่แปลงทดลองที่จังหวัดนครราชสีมามีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร อาจเนื่องจากชนิดและปริมาณวัชพืชที่พบทั้ง 2 แปลงแตกต่างกัน มีผลต่อประสิทธิภาพของสาร

กำจัดวัชพืช และจะเห็นได้ว่าสารกำจัดวัชพืช S-metolachlor+glufosinate มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี สอดคล้องกับน้ำหนักแห้งของวัชพืช (Table 8) ที่พบในแปลงทดลองจังหวัดนครสวรรค์ จากการใช้สารกำจัดวัชพืช S-metolachlor+glufosinate มีน้ำหนักแห้งวัชพืชต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นๆ รองจากการกำจัดวัชพืชใช้แรงงาน แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้สาร atrazine+glufosinate และ ametryn+glufosinate เช่นเดียวกับแปลงทดลองจังหวัดนครราชสีมาการใช้สารกำจัดวัชพืช S-metolachlor+glufosinate ให้น้ำหนักแห้งวัชพืชต่ำ รองจากการกำจัดวัชพืชใช้แรงงาน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการใช้สาร atrazine+glufosinate และ ametryn+glufosinate จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบผสม (tank mixture) ได้แก่ atrazine+glufosinate, S-metolachlor+glufosinate และ flumioxazine+glufosinate มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบเดียว เช่น การใช้สาร atrazine และ glufosinate ซึ่งเป็นสารเปรียบเทียบในการทดลอง สอดคล้องกับการทดลองของ Giraldeli *et al*. (2019) พบว่า การใช้ atrazine + mesotrione (240+26.88 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่), atrazine + nicosulfuron (240+8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) atrazine + tembotrione (240+16.13 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชในแปลงข้าวโพดได้มากกว่า 80 % จนถึงระยะ 42 วันหลังพ่นสาร ดีกว่าใช้ atrazine, mesotrione, nicosulfuron และ tembotrione แบบเดียว และการทดลองของ สราวุธ และคณะ (2564) แสดงให้เห็นว่า nicosulfuron และ pendimethalin ใช้ที่ระยะหลังปลูกข้าวโพด 1 วัน มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี แต่จำเป็นต้องมีการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicide) เพื่อกำจัดวัชพืชไม่ให้กระทบต่อผลผลิตของข้าวโพด และเช่นเดียวกับการทดลองของ Gurung *et al.* (2019) ที่พบว่าถึงแม้จะใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืช (pre-emergence herbicide) 2 ชนิดผสมร่วมกันคือ atrazine + pendimethalin (120+80 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) หากใช้ 2,4-D (240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) พ่นที่ระยะ 35 วันหลังปลูกข้าวโพด จะมีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีถึง 90 วันหลังปลูก

ความสูงและผลผลิตของข้าวโพด

ความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร แปลงจังหวัดนครสวรรค์ มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 9) โดยจะเห็นว่าการใช้สาร ametryn+2,4-D ให้ความสูง 18.0 ซม. ต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ ที่ให้ความสูงอยู่ระหว่าง 30.1-46.6 ซม. แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่กำจัดวัชพืชซึ่งให้ความสูง 15.8 ซม. และที่ระยะเก็บเกี่ยว ยังพบว่า ametryn+2,4-D ให้ความสูงของต้นข้าวโพด 151.2 ซม. ต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น ๆ โดยให้ความสูงอยู่ระหว่าง 176.1-193.0 ซม. แต่ให้ความสูงของต้นข้าวโพดสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่กำจัดวัชพืชซึ่งให้ความสูง 115.3 ซม. ส่วนแปลงทดลองที่จังหวัดนครราชสีมา ให้ความสูงต้นข้าวโพดที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้สาร ametryn+2,4-D ให้ความสูง 11.3 ซม. ต่ำกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และการไม่กำจัดวัชพืช ซึ่งให้ความสูงอยู่

ระหว่าง 18.9-23.6 ซม เช่นเดียวกับที่ระยะเก็บเกี่ยวความสูงของต้นข้าวโพดของการใช้สาร ametryn+2,4-D ให้ความสูง 175.4 ซม.ต่ำกว่าการใช้สารชนิดอื่น ที่ให้ความสูงอยู่ระหว่าง 193.1-202.8 ซม แต่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่กำจัดวัชพืช ซึ่งให้ความสูง 134.1 ซม ส่วนการให้ผลผลิตนั้นพบว่า แปลงจังหวัดนครสวรรค์ กรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชให้ผลผลิตสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่กำจัดวัชพืช การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานให้ผลผลิตสูงสุด คือ 739 กก/ไร่ รองลงมาการใช้ S-metrolachlor+glufosinate, ametryn+glufosinate, atrazine+glufosinate ให้ผลผลิต 700.9, 698.6 และ 645.3 กก/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่าสารเปรียบเทียบ glufosinate และ atrazine ที่ให้ผลผลิต 629.3 และ 595.5 ตามลำดับ เช่นเดียวกับแปลงจังหวัดนครราชสีมา การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานให้ผลผลิต 962.7 กก/ไร่ สูงกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นการใช้ ametryn+2,4-D และแตกต่างทางสถิติกับการไม่กำจัดวัชพืชที่ให้ผลผลิต 330.3 กก/ไร่ รองลงมาการใช้ S-metrolachlor+glufosinate และ atrazine+glufosinate ให้ผลผลิต 755.0 และ 754.3 กก/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าสารเปรียบเทียบ glufosinate และ atrazine ที่ให้ผลผลิต 741.7 และ 595.5 กก/ไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช S-metolachlor+glufosinate ให้ผลผลิตข้าวโพดทั้ง 2 แปลง สูงกว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น และไม่แตกต่างทางสถิติกับการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน สอดคล้องกับการทดลองของ Giraldeli et al. (2019) การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบผสม เช่น atrazine+mesotrione, atrazine+nicosulfuron และ atrazine+tembotrione ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้แรงงานแต่แตกต่างทางสถิติกับการไม่กำจัดวัชพืช (Table 9)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การใช้สารกำจัดวัชพืช S-metolachlor+glufosinate อัตรา 240+90 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พ่นระหว่างแถวข้าวโพดที่ระยะวัชพืชมีจำนวน 3-5 ใบ หรือข้าวโพดอายุ 20 วันหลังปลูก โดยพ่นไม่ให้ละอองสารไปสัมผัสกับต้นหรือใบข้าวโพดมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี สามารถควบคุมวัชพืชทั้งวัชพืชใบแคบและใบกว้างได้ดีจนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร และไม่ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดได้มีทางเลือกในการใช้สารกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด และเผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 23 ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในวันที่ 24-25 มกราคม 2565 และตีพิมพ์ในวาราสารแก่นเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ และ มณฑิตา วะชู. 2563. ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดต่อการควบคุมแห้วหมู และความเป็นพิษต่อข้าวโพด. เกษตรนเรศวร. 17(1): 48-57.

สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์, ประกายรัตน์ โภคาเดช, อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช, สดใส ช่างสลัก และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2564. ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกร่วมกับหลังงอกที่มีต่อการควบคุมวัชพืชในข้าวโพด. แก่นเกษตร. 49(4): 903-914.

สิริชัย สาธุวิจารณ์, ศิวิไล ลาภบรรจบ, สุพัตรา ชาวกงจักร์, นิมิต วงศ์สุวรรณ และจรรยา มณีโชติ. 2556. ทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก (post-emergence) ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. น. 167-181. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สดใส ช่างสลัก, ทศพล พรพรหม, นรุณ วรามิตร, รังสิต สุวรรณมรรคา และสมชัย ลิ่มอรุณ. 2552. การควบคุมวัชพืชในข้าวโพดหวานและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2550. น. 351-360. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาพืช 17-20 มีนาคม 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Giraldeli A. L., S. S. Gustavo, F. M. S. Andre, A. G. Giovani, R. M. Lucas, and V. F. Ricardo. 2019 Efficacy and selectivity of alternative herbicides to glyphosate on maize. Rev. Ceres, Viçosa. 66(4): 279-286.

Gurung P., S. Dhakal, S. Marahatta, and J.B. Adhikari. 2019. Effect of spacing and weed management practices in winter maize in rampur, chitwan. Journal of Agriculture and Forestry University. (3): 77-84.

Mehmeti A., A. Demaj, I. Demelezi, and H. Rudari. 2012. Effect of post-emergence herbicides on weeds and yield of maize. Pakistan Journal of Weed Science Research. 18: 27-37.

Moinuddin G., R. Kundu, S. Jash, A. Sarkar, and C. Soren 2018. Efficacy of atrazine herbicide for maize weed control in new alluvial zone of west bengal. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 6(4): 707-716.

Table 1 Effect of herbicides on phytotoxicity of maize at 15 and 30 days after application.

Treatment	Rate (g ai/rai)	15 DAA	30 DAA
atrazine+2,4-D	360+168	0	0
atrazine+triclopyr	360+66.8	0	0
atrazine+fluazifop-P-butyl	360+24	7	10
atrazine+glufosinate	360+90	6	5
ametryn+2,4-D	280+168	2	0
ametryn+triclopyr	280+66.8	2	0
ametryn+fluazifop-P-butyl	280+24	6	10
ametryn+glufosinate	280+90	5	3
acetochlor+2,4-D	240+168	1	0
acetochlor+triclopyr	240+66.8	2	2
acetochlor+fluazifop-P-butyl	240+24	3	3
acetochlor+glufosinate	240+90	6	4
s-metolachlor+2,4-D	240+168	0	0
s-metolachlor+triclopyr	240+66.8	0	0
s-metolachlor+fluazifop-P-butyl	240+24	6	10
s-metolachlor+glufosinate	240+90	3	3
flumioxazin+2,4-D	15+168	3	3
flumioxazin+triclopyr	15+66.8	8	6
flumioxazin+fluazifop-P-butyl	15+24	10	10
flumioxazin+glufosinate	15+90	10	10
control	-	0	0

[1/] Phytotoxicity was assessed by visual rate from 0-10, 0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 =completely killed

[2/] DAA = Days after application

Table 2 Effect of herbicide on growth of maize in green house.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Height (cm)	Fresh weight (g)
atrazine+2,4-D	360+168	22.7 a	33.8 a
atrazine+triclopyr	360+66.8	19.7 ab	18.1 abcd
atrazine+fluazifop-P-butyl	360+24	8.7 de	1.3 e
atrazine+glufosinate	360+90	16.5 ab	12.0 bcde
ametryn+2,4-D	280+168	14.6 bcd	21.5 abc
ametryn+triclopyr	280+66.8	17.4 ab	20.6 abc
ametryn+fluazifop-P-butyl	280+24	7 e	3.5 de
ametryn+glufosinate	280+90	9.8 cde	6.3 cde
acetochlor+2,4-D	240+168	18.8 ab	18.4 abcd
acetochlor+triclopyr	240+66.8	19.8 ab	19.7 abcd
acetochlor+fluazifop-P-butyl	240+24	9.9 cde	4.7 cde
acetochlor+glufosinate	240+90	18.2 ab	25.4 ab
s-metolachlor+2,4-D	240+168	19.5 ab	20.8 abc
s-metolachlor+triclopyr	240+66.8	20.5 ab	20.2 abcd
s-metolachlor+fluazifop-P-butyl	240+24	5.7 e	0.6 e
s-metolachlor+glufosinate	240+90	15.3 bc	9.3 bcde
flumioxazin+2,4-D	15+168	18.2 ab	13.7 bcde
flumioxazin+triclopyr	15+66.8	16.2 ab	10.3 bcde
flumioxazin+fluazifop-P-butyl	15+24	0 f	0 e
flumioxazin+glufosinate	15+90	0 f	0 e
control	-	22.7 a	32.8 a
CV		23.2	42.3

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 3 Efficacy of herbicides on weed control in maize at 15 and 30 days after application.

Treatment	Rate (g ai/rai)	15 DAA			30 DAA		
		EUPHE	BRARE	ECHCO	EUPHE	BRARE	ECHCO
atrazine+2,4-D	360+168	6	4	3	4	2	2
atrazine+triclopyr	360+66.8	10	10	10	10	10	10
atrazine+fluazifop-P-butyl	360+24	6	6	6	5	5	5
atrazine+glufosinate	360+90	7	10	10	6	10	10
ametryn+2,4-D	280+168	10	10	10	10	10	10
ametryn+triclopyr	280+66.8	6	6	6	5	5	5
ametryn+fluazifop-P-butyl	280+24	6	10	10	6	10	10
ametryn+glufosinate	280+90	7	10	8	7	10	8
acetochlor+2,4-D	240+168	5	4	4	4	3	3
acetochlor+triclopyr	240+66.8	2	2	2	1	1	1
acetochlor+fluazifop-P-butyl	240+24	3	3	3	1	1	1
acetochlor+glufosinate	240+90	5	6	10	4	5	10
S-metolachlor+2,4-D	240+168	1	1	1	0	0	0
S-metolachlor+triclopyr	240+66.8	3	1	1	1	0	0
S-metolachlor+fluazifop-P-butyl	240+24	5	10	10	4	10	10
S-metolachlor+glufosinate	240+90	7	10	8	6	10	8
flumioxazin+2,4-D	15+168	10	10	10	10	10	10
flumioxazin+triclopyr	15+66.8	10	10	10	10	10	10
flumioxazin+fluazifop-P-butyl	15+24	6	10	10	5	10	10
flumioxazin+glufosinate	15+90	10	10	10	10	10	10
control	-	0	0	0	0	0	0

[1/] Weed control was assessed by visual rate from 0-10 0= no control, 1-3 = slightly control, 4-6 = moderately control control, 7- 9 = good control, 10 = completely control

[2/] DAA = Days After Application

[3/] Euphe = *Euphorbia heterophylla* L., Brare = *Brachiaria reptans* (Linn.) Gard et Hubb, ECHCO = *Echinochloa colona* (L.) Link

Table 4 Effect of herbicides on weed control efficiency (%) at 30 days after application.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Weed Control efficiency (%)			
		EUPHE	BRARE	ECHCO	Total
atrazine+2,4-D	360+168	65	32	18	22
atrazine+triclopyr	360+66.8	100	100	100	100
atrazine+fluazifop-P-butyl	360+24	-13	54	17	10
atrazine+glufosinate	360+90	98	100	100	99
ametryn+2,4-D	280+168	100	100	100	100
ametryn+triclopyr	280+66.8	-19	50	26	8
ametryn+fluazifop-P-butyl	280+24	76	99	98	87
ametryn+glufosinate	280+90	81	100	100	90
acetochlor+2,4-D	240+168	48	10	16	32
acetochlor+triclopyr	240+66.8	-76	67	28	-18
acetochlor+fluazifop-P-butyl	240+24	-36	76	40	8
acetochlor+glufosinate	240+90	56	62	100	71
S-metolachlor+2,4-D	240+168	17	100	100	56
S-metolachlor+triclopyr	240+66.8	32	100	100	64
S-metolachlor+fluazifop-P-butyl	240+24	22	100	95	57
S-metolachlor+glufosinate	240+90	96	100	100	98
flumioxazin+2,4-D	15+168	100	100	100	100
flumioxazin+triclopyr	15+66.8	100	100	100	100
flumioxazin+fluazifop-P-butyl	15+24	80	100	100	89
flumioxazin+glufosinate	15+90	100	100	100	100
control	-	0	0	0	0

Euphe = *Euphorbia heterophylla* L., Brare = *Brachiaria reptans* (Linn.) Gard et Hubb, ECHCO = *Echinochloa colona* (L.) Link.

Table 5. Effect of herbicides on phytotoxicity of maize at 7, 15 and 30 days after application in January-May 2021

Treatment	Rate (g ai/rai)	Phytotoxicity Rating [1/]					
		Nakhon Sawan			Nakhon Ratchasima		
		7 DAA	15 DAA	30 DAA	7 DAA	15 DAA	30 DAA
1. atrazine+triclopyr	60+66.8	3	2	0	3	2	0
2.atrazine+glufosinate	360+90	4	3	0	3	2	0
3.ametryn+2, 4-D	280+168	9	8	6	8	7	5
4.ametryn+glufosinate	280+90	2	1	0	0	0	0
5.s-metrolachlor+glufosinate	240+90	0	0	0	0	0	0
6.flumioxazine+2, 4-D	15+168	2	2	0	0	0	0
7.flumioxazine+triclopyr	15+66.8	2	1	0	0	0	0
8.flumioxazine+glufosinate	15+90	2	1	0	0	0	0
9.glufosinate	90	2	2	0	2	1	0
10.atrazine	405	0	0	0	0	0	0
11.Hand weeding	-	0	0	0	0	0	0
12.Weedy check	-	0	0	0	0	0	0

[1/] Phytotoxicity was assessed by visual rate from 0-10 0=normal 1-3=slightly toxic 4-6=moderately toxic 7-9=severely toxic 10=completely killed

[2/] DAA = Days After Application

Table 6 Types and number of weed of the non-treated plots in January-May 2021.

Type	Nakhon Sawan		Nakhon Ratchasima	
	Number of plant/m^2	(%)	Number of plant/m^2	(%)
Grasses				
- *Echinochloa colona (L.) Link*	44.6	44.2		
- *Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler*	23.2	23.1		
- *Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.*	5.2	5.2		
Acrachne racemosa (B.Heyne ex Roth) Ohwi]	7.2	7.1		
Rottboellia cochinchinensis Lour. W. Clayton			75	46.9
Broadleaves				
-*Trianthema portulacastrum L*	6.6	6.5		
-*Euphorbia heterophylla L*	14	13.9	85	53.1
Total	100.8	100	160	100

Table 7 Efficacy of herbicides at 15 and 30 days after application in January-May 2021.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Weed control[1/]			
		Nakhon Sawan		Nakhon Ratchasima	
		15 DAA	30 DAA	15 DAA	30 DAA
atrazine+triclopyr	60+66.8	6	5	6	2
atrazine+glufosinate	360+90	9	8	10	5
ametryn+2, 4-D	280+168	6	6	9	3
ametryn+glufosinate	280+90	7	7	10	6
S-metrolachlor+glufosinate	240+90	8	7	10	8
flumioxazine+2, 4-D	15+168	3	2	7	4
flumioxazine+triclopyr	15+66.8	7	6	8	8
flumioxazine+glufosinate	15+90	7	6	10	9
glufosinate	90	6	4	8	5
atrazine	405	4	3	3	2
Hand weeding	-	10	10	0	7
Weedy check	-	0	0	0	0

[1/] Weed control was assessed by visual rate from 0-10 0= no control,

1-3= slightly control, 4-6=moderately control, 7-9= good control, 10=completely control

[2/] DAA=Days After Application

Table 8 Dry weight of weed at 30 days after application in in January-May 2021.

Treatment	Rate g(ai)/rai	Dry weight (g/m^2)	
		Nakhon Sawan	Nakhon Ratchasima
atrazine+triclopyr	360 + 66.8	80.6 de	38.5 bcd
atrazine+glufosinate	360 + 90	27.2 ab	55.9 de
ametryn+2,4-D	280 + 168	55.4 bcd	61.4 de
ametryn+glufosinate	280 + 90	26.2 ab	47.4 cde
S-metolachlor+glufosinate	230.4 + 90	25.8 ab	15.0 b
flumioxazin+2,4-D	15 + 168	136.4 e	18.5 bc
flumioxazin+triclopyr	15 + 66.8	48.6 bc	21.9 bcd
flumioxazin+glufosinate	15 + 90	49.6 bc	23.5 bcd
glufosinate	90	35.8 b	42.8 bcde
atrazine	405	73 cd	84.3 e
Hand weeding	-	0.0 a	0.0 a
Weedy	-	194.6 f	221.8 f
CV (%)		46.3	42.3

[1/] Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 9 Effect of herbicides on plant height and yield of maize in January-May 2021.

Treatments	Rates (g ai/rai)	Nakhon Sawan			Nakhon Ratchasima		
		Plant height (cm)		Yield (kg/rai)	Plant height (cm)		Yield (kg/rai)
		30 DAA[1/]	Harvest		30 DAA	Harvest	
atrazine +triclopyr	360+66.8	31.5 c[2/]	189.8 ab	555.5 bc	23.6 ns	202.8 a	705.7 ab
atrazine +glufosinate	360+90	46.6 a	193.0 a	645.3 abc	22.0	194.6 ab	751.3 ab
ametryn+2, 4-D	280+168	18.0 d	151.2 b	230.0 d	11.3	175.4 b	437.7 bc
ametryn +glufosinate	280+90	41.8 abc	199.1 a	698.6 ab	19.2	188.1 ab	734.0 ab
S-metolachlor +glufosinate	240+90	45.8 ab	180.7 ab	700.9 ab	21.2	193.8 ab	755.0 ab
flumioxazine +2, 4-D	15+168	33.5 c	185.8 ab	501.3 c	20.9	187.9 ab	696.3 ab
flumioxazine +triclopyr	15+66.8	39.0 bc	181.4 ab	514.6 c	19.4	189.5 ab	745.3 ab
flumioxazine +glufosinate	15+90	38.0 bc	188.3 ab	608.0 abc	24.4	195.8 ab	754.7 ab
glufosinate	90	41.0 abc	186.9 ab	629.3 abc	34.1	194.4 ab	741.7 ab
atrazine	405	30.1 c	186.1 ab	595.5 abc	19.8	194.9 ab	680.7 ab
Hand weeding	-	37.1 c	196.0 a	739.5 a	18.9	193.4 ab	962.7 a
Weedy check	-	15.8 d	115.3 c	223.1 d	19.4	134.1 c	330.3 c
F-test		*	*	*	ns	*	*
CV (%)		13.1	6.3	11.7	28.9	5.4	25.2

[1/] DAA=days after application [2/] Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P≤ 0.05, ns and

* = nonsignificant and significant at P≤ 0.05, respectively

Table 10 Effect of herbicides on growth and yield of maize in Maize and Sorghum Research Centre, Nakhon Ratchasima province, January-May 2021.

Treatments	Rate (g ai/rai)	Plant height		Ear length (cm)	Number of ear (ear/plant)	Yield (kg/rai)
		30 DAA (cm)	Harvest Day (cm)			
atrazine+triclopyr	60+66.8	23.6	202.8 a	16.0 ab	0.9 a	1705.7 ab
atrazine+glufosinate	360+90	22.0	194.6 ab	15.6 ab	1.0 a	1751.3 ab
ametryn+2, 4-D	280+168	11.3	175.4 b	14.5 b	0.8 a	1437.7 bc
ametryn+glufosinate	280+90	19.2	188.1 ab	14.9 b	1.0 a	1734.0 ab
S-metrolachlor+glufosinate	240+90	21.2	193.8 ab	16.0 ab	1.0 a	1755.0 ab
flumioxazine+2, 4-D	15+168	20.9	187.9 ab	16.5 a	0.9 a	1696.3 ab
flumioxazine+triclopyr	15+66.8	19.4	189.5 ab	15.9 ab	1.0 a	1745.3 ab
flumioxazine+glufosinate	15+90	24.4	195.8 ab	16.0 ab	1.0 a	1754.7 ab
glufosinate	90	34.1	194.4 ab	15.3 ab	1.0 a	1741.7 ab
atrazine	405	19.8	194.9 ab	16.1 ab	0.9 a	1680.7 ab
Hand weeding	-	18.9	193.4 ab	16.0 ab	1.0 a	1962.7 a
Weedy check	-	19.4	184.1 ab	14.8 b	0.7 b	1330.3 c
CV (%)		28.9	5.4	4.3	4.4	25.2

[1/] Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

การศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมระหว่างสารกำจัดวัชพืชประเภทใช้ก่อนและหลังวัชพืชงอกในสับปะรด

Efficiency study of weed control herbicides tank mixture between pre and post emergence on pineapple

ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย[1/] อมฤต ศิริอุดม[2/] ปรัชญา เอกฐิน[1/] อุษณีย์ จินดากุล[1/]

[1/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

[2/]กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The appropriated planting time of pineapple should be in rainy season to get adequate water for growth, the weeds also grow up well and getting competition with pineapple plants from the beginning throughout plantation. Herbicide application is the effective method to control most of weeds in plantation including emerged weed and un-germinated weed seeds. Thus, the objective of this study was to find out the herbicide which having highest efficacy to control all weeds in the field (weeds in mixed) and non-toxic on pineapple. The experiments were conducted in farmer field at Amphor Pranburi, Prachuap Khiri Khan province. Randomized complete block was designed for 12 treatments in 4 replications. All treatments were applied after pineapple planting and 3-5 leaves of weed emerged. It was found that these treatments are acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, diuron 80% WG + ametryn 80 % WP, pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP, flumioxazin 50% WP + topamezone 33.6% W/V SC, indaziflam 50% W/V SC + topamezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topamezone 33.6% W/V SC and diuron 80% WG + topamezone 33.6% W/V SC were non-toxic on pineapples and high efficacy in weed control until 60 days after application and not significant different from the farmer used (bromacil + diuron 40%+40% WG). They were no effect on pineapple growing and yield

Keywords : herbicides tank mixture, herbicides,pineapple

รหัสการทดลอง 03-33-60-01-02-00-10-63

บทคัดย่อ

การปลูกสับปะรดที่เหมาะสม จะปลูกในช่วงก่อนฤดูฝนเพื่อให้หน่อสับปะรดได้รับฝนได้ดีตั้งแต่ต้นฤดู เช่นเดียวกับวัชพืชก็จะขึ้นแข่งขันกับสับปะรดได้ตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโต การใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีที่สามารถกำจัดวัชพืชที่งอกแล้วและสามารถควบคุมเมล็ดวัชพืชที่ยังไม่งอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อควบคุมวัชพืชให้ได้มากชนิดขึ้น ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์ต้องทำการทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่เป็นพิษต่อสับปะรด ดำเนินการทดลองที่แปลงเกษตรกรในอำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 12 กรรมวิธี โดยพ่นหลังปลูกสับปะรดและวัชพืชมีจำนวนใบ 3- 5 ใบ พบว่าการพ่นสาร acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, diuron 80% WG + ametryn 80 % WP, pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP, flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC, indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC และdiuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC ไม่พบความเป็นพิษต่อสับปะรด และมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร เทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสาร bromacil + diuron 40%+40% WG (วิธีเกษตรกร) และไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับปะรด

คำหลัก : สารกำจัดวัชพืชแบบผสม สารกำจัดวัชพืช สับปะรด

คำนำ

การปลูกสับปะรดที่เหมาะสม จะปลูกในช่วงก่อนฤดูฝนเพื่อให้หน่อสับปะรดได้รับฝนได้ดีตั้งแต่ต้นฤดู เช่นเดียวกับวัชพืชก็จะขึ้นแข่งขันกับสับปะรดได้ตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโต จุดวิกฤติการแข่งขันของวัชพืชต่อสับปะรดจะอยู่ในช่วง 1-4 เดือนแรกหลังปลูกสับปะรด หากไม่มีการจัดการวัชพืชอาจทำให้ผลผลิตสับปะรดลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หากทำการควบคุมวัชพืชได้ดีสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าเดิมถึง 1 ใน 4 เท่าตัว การควบคุมวัชพืชในสับปะรดทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมมากที่สุดคือ การใช้สารกำจัดวัชพืช เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว และไม่ยุ่งยาก แต่การใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชโดยถากด้วยจอบ ต้องทำไม่ต่ำกว่า 8 ครั้งต่อ 1 ฤดูปลูก การใช้จอบจะรบกวนระบบรากของสับปะรดทำให้การเจริญเติบโตของต้นและคุณภาพของผลผลิตต่ำกว่าใช้สารเคมี (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) โดยกลุ่มวิจัยวัชพืช (2554) แนะนำการใช้สาร pendimethalin, atrazine, sulfentrazone, diuron และ ametryn พ่นคลุมดินหลังปลูกพืชและก่อนวัชพืชงอก และการใช้สาร bromacil, ametryn, bromacil + ametryn และ bromacil + diuron พ่นหลังวัชพืชงอก มีความสูงไม่เกิน 15 เซนติเมตร ส่วนเกลียวพันธ์และคณะ (2539) พบว่าการใช้สาร dimefuron + diuron และ hexazinone + diuron อัตรา 320+240 และ 160+240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ bromacil อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถกำจัดวัชพืชได้ในช่วง 1-3 เดือนแรก และการใช้สาร

imazapyr อัตรา 40 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชได้ดีที่สุด แต่ไม่ปลอดภัยต่อสับปะรด อีกทั้งสิริชัยและคณะ (2554) พบว่าการใช้สารกำจัดวัชพืช bromacil + atrazine และ bromacil + diuron + ametryn สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี และไม่เป็นพิษต่อสับปะรด

สหภาพยุโรปได้มีการทบทวนชนิดสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทบทวนค่าปริมาณสารตกค้าง (ปรียานุชและคณะ, 2556) ดังนั้นสารกำจัดวัชพืชบางชนิดจำต้องถูกยกเลิก และจำกัดการใช้ไปโดยปริยาย ปัจจุบันสารกำจัดวัชพืชได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ๆ อยู่เสมอ โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดี่ยวๆ ที่ใช้อัตราต่ำ และคู่ผสมซึ่งมีผลให้การควบคุมวัชพืชได้มากชนิด เพิ่มประสิทธิผลการควบคุมวัชพืช และประหยัดแรงงานในการใช้ (เผ่าพงศ์, 2527) การวิจัยเพื่อการใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างถูกต้องและปลอดภัย จึงมีความจำเป็นในการวิจัยหาสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพ เช่น การใช้คู่ผสมของสารกำจัดวัชพืช เพื่อควบคุมวัชพืชประเภทใดประเภทหนึ่ง หรือให้ได้มากชนิดขึ้น และหาสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ทดแทนสารกำจัดวัชพืชเดิมที่อาจจะไม่สามารถนำมาใช้ได้อีกในอนาคตต่อไปดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่เป็นพิษต่อสับปะรด และมีความปลอดภัย เพื่อใช้เป็นคำแนะนำและปรับปรุงเพิ่มเติมในคู่มือแนะนำเกษตรกรและผู้สนใจต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) หน่อสับปะรด พันธุ์ปัตตาเวีย
2) ถังพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง
3) สารกำจัดวัชพืช
4) Quatdrat ขนาด 0.5 x 0.5 เมตร
5) ป้าย
6) สมุดบันทึกข้อมูล

วิธีการ

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre - emergence) ร่วมกับประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post - emergence) ในสับปะรด (ปี 2563)

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 20 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 1 acetochlor 50% EC + ametryn 80% WP	400+480
กรรมวิธีที่ 2 flumioxazin 50% WP + ametryn 80% WP	20+ 480
กรรมวิธีที่ 3 indaziflam 50% W/V SC + ametryn 80% WP	12+480

กรรมวิธี	อัตรา (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 4 saflufenacil 70% WG + ametryn 80% WP	5+480
กรรมวิธีที่ 5 diuron 80% WG + ametryn 80% WP	400+480
กรรมวิธีที่ 6 pendimethalin 33% EC + ametryn 80% WP	264 + 480
กรรมวิธีที่ 7 acetochlor 50% EC + imazapic 24% SL	400+28.8
กรรมวิธีที่ 8 flumioxazin 50% WP + imazapic 24% SL	20+ 28.8
กรรมวิธีที่ 9 indaziflam 50% W/V SC + imazapic 24% SL	12+ 28.8
กรรมวิธีที่ 10 saflufenacil 70% WG + imazapic 24% SL	5 + 28.8
กรรมวิธีที่ 11 diuron 80% WG + imazapic 24% SL	400 + 28.8
กรรมวิธีที่ 12 pendimethalin 33% EC + imazapic 24% SL	264 + 28.8
กรรมวิธีที่ 13 pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC	264+8.4
กรรมวิธีที่ 14 acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC	400+8.4
กรรมวิธีที่ 15 flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC	20+ 8.4
กรรมวิธีที่ 16 indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC	12+ 8.4
กรรมวิธีที่ 17 saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC	5 + 8.
กรรมวิธีที่ 18 diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC	400 + 8.4
กรรมวิธีที่ 19 ไม่กำจัดวัชพืช	-
กรรมวิธีที่ 20 กำจัดวัชพืชด้วยมือ	-

เมื่อสับปะรดมีการเจริญเติบโตที่คงที่แล้ว และวัชพืชมีจำนวนใบ 2-3 ใบ พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีที่ 1-20 ด้วยเครื่องพ่นแบบสะพายหลัง หัวพ่นรูปพัด (Fan type) ใช้ปริมาตรน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 20 กำจัดวัชพืชด้วยมือ 3 ครั้ง ที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร และเก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรดที่อายุ 90 วันหลังพ่นสาร

ทำการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก: ที่ระยะ 7, 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร โดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ โดย 0 = ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก, 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย, 4-6 = เป็นพิษปานกลาง, 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 พืชปลูกตาย

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1) คะแนนความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อสับปะรด

2) การเจริญเติบโตของพืชปลูก: การเจริญเติบโต ด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม ที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence) ร่วมกับประเภทหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicide) ในสภาพไร่ (ปี 2564)

เลือกสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชได้ดีและไม่เป็นพิษต่อสับปะรดในขั้นตอนที่ 1 จำนน 10 กรรมวิธี มาทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชในสภาพไร่

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี จำนวน 4 ซ้ำ มี 12 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 - 10 เป็นกรรมวิธีในขั้นตอนที่ 1

กรรมวิธีที่ 11 พ่นสาร bromacil + diuron 40%+40% WG อัตรา 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (วิธีเกษตรกร)

กรรมวิธีที่ 12 กำจัดวัชพืชด้วยมือ

กรรมวิธีที่ 13 ไม่กำจัดวัชพืช

วิธีเตรียมแปลง โดยไถเตรียมพื้นที่เพื่อทำการปลูกสับปะรด แปลงย่อยขนาด 6 x 6 เมตร ปลูกสับปะรดในแปลงย่อยโดยปลูกเป็นแถวคู่ ระยะระหว่างแถว 60 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแบบแถวคู่ ระยะปลูก 25×50×100 เซนติเมตร โดยชุบหน่อด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา fosetyl-aluminium 80% WP สาเหตุของโรคเน่าก่อนปลูก

พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีที่ 1-11 หลังปลูกสับปะรดและหลังวัชพืชงอกมีจำนวนใบ 2-3 ใบ ด้วยเครื่องพ่นแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นรูปพัด (Fan type) ใช้ปริมาตรน้ำ 80 ลิตรต่อ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังปลูกสับปะรด 30 วัน สูตร 15-0-0 ครั้งที่ 2 หลังปลูกสับปะรด 60 วัน สูตร 16-16-16 และกำจัดวัชพืชด้วยมือ ทุก 1 เดือน

ทำการประเมินประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 15, 30, 60, 90 และ 120 วันหลังพ่นสาร โดยให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ ดังนี้ โดย 0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้, 1-3 = ควบคุมได้เล็กน้อย, 4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง, 7-9 = ควบคุมได้ดี และ 10 = ควบคุมได้สมบูรณ์

ทำการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก ที่ระยะ 7, 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร โดยวิธีประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏ ดังนี้ โดย 0 = ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก, 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย, 4-6 = เป็นพิษปานกลาง, 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 พืชปลูกตาย

สุ่มเก็บตัวอย่างและจำแนกชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืชจากทุกๆ กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5x0.5 เมตร ที่ระยะ 30, 60, 90 และ 120 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยจำแนกวัชพืชเป็นชนิด ประเภทวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1) คะแนนประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช และความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก

2) ชนิดวัชพืช/น้ำหนักแห้งของวัชพืช

3) การเจริญเติบโตของพืชปลูก ได้แก่ การเจริญเติบโต ด้านความสูง และความกว้างทรงพุ่ม

4) เก็บเกี่ยวผลผลิต ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 4×4 เมตร

5) ต้นทุนการจัดการวัชพืชในแต่ละกรรมวิธี

เวลาและสถานที่

แปลงเกษตรกร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระหว่าง เดือนตุลาคม 2562 - กันยายน 2564

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองปี 2563

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช

พบว่าที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชไม่พบความเป็นพิษต่อสับปะรด และที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่าการพ่นสาร acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, diuron 80% WG + ametryn 80 % WP, pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP, flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC, indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC และ diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC ไม่พบความเป็นพิษต่อสับปะรด ในขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสาร flumioxazin 50% WP + ametryn 80 % WP, indaziflam 50% W/V SC + ametryn 80 % WP และ saflufenacil 70% WG + ametryn 80 % WP มีอาการใบเป็นจุดสีน้ำตาลที่ปลายใบและปลายยอดเล็กน้อย ในขณะที่กรรมวิธีพ่นสาร acetochlor 50% EC + imazapic 24% SL, flumioxazin 50% WP + imazapic 24% SL, indaziflam 50% W/V SC + imazapic 24% SL, saflufenacil 70% WG + imazapic 24% SL, diuron 80% WG + imazapic 24% SL และ pendimethalin 33% EC + imazapic 24% SL มีความเป็นพิษปานกลางถึงรุนแรง โดยการพ่นสารตามกรรมวิธีข้างต้นส่งผลกระทบต่อใบและยอดสับปะรดที่สัมผัสสาร โดยทำให้ใบและยอดมีอาการช้ำ ใบไหม้และแห้งแต่ไม่ทำให้ต้นสับปะรดตายซึ่งอาการดังกล่าวยังคงพบที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร (Table 1 และ Figure 1)

ที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, diuron 80% WG + ametryn 80 % WP, pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP, flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC, indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC และ diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC ไม่พบอาการเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช เนื่องจากให้น้ำและใส่ปุ๋ย สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ในขณะที่กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + imazapic 24% SL, flumioxazin 50% WP + imazapic 24% SL, indaziflam 50% W/V SC + imazapic 24% SL, saflufenacil 70% WG + imazapic 24% SL, diuron 80% WG + imazapic 24% SL และ pendimethalin 33% EC + imazapic 24% SL มีความเป็นพิษปานกลาง โดยมีผลทำให้บริเวณยอดสับปะรดมีอาการไหม้และแห้ง ส่วนของใบที่สัมผัสสารเป็นจุดสีน้ำตาล และแห้งบางใบแต่ไม่ทำให้สับปะรดตาย (Table 1 และ Figure 2)

ที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, diuron 80% WG + ametryn 80 % WP, pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP, acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC , flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC, indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC, diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC และ pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC ไม่พบอาการเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช ในขณะที่กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + imazapic 24% SL, flumioxazin 50% WP + imazapic 24% SL, indaziflam 50% W/V SC + imazapic 24% SL, saflufenacil 70% WG + imazapic 24% SL, diuron 80% WG + imazapic 24% SL และ pendimethalin 33% EC + imazapic 24% SL มีความเป็นพิษปานกลางถึงรุนแรง โดยต้นสับปะรดเริ่มมีอาการยืนต้นตาย ใบที่สัมผัสสารแห้งเป็นสีน้ำตาล ในขณะที่บางต้นหยุดการเจริญเติบโตไม่มีการพัฒนาของยอด เนื่องจากความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช (Table 1 และ Figure 3)

สรุปผลการทดลองปี 2563

กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, diuron 80% WG + ametryn 80 % WP, pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP, acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC, diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC , flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC และ pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC พบความเป็นพิษเล็กน้อยต่อสับปะรด จึงคัดเลือกกรรมวิธีดังกล่าวไปทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในสภาพแปลงไร่ในปีถัดไป

งบประมาณปี 2564

การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช

พบว่าที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, diuron 80% WG + ametryn 80 % WP, flumioxazin 50% WP + ametryn 80 % WP, acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC และdiuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC และ bromacil + diuron 40%+40% WG ไม่พบความเป็นพิษต่อสับปะรด ในขณะที่กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC และ pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC มีอาการใบเป็นจุดสีน้ำตาลที่ปลายใบและปลายยอดเล็กน้อย และอาการดังกล่าวยังคงพบถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร แต่ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสับปะรด ในขณะที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร ทุกกรรมวิธีที่ทดลองไม่พบความเป็นพิษต่อสับปะรด (Table 4)

ส่วนประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช พบว่า วัชพืชที่พบในแปลงทดลองได้แก่ วัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนติด หญ้าดอกขาว หญ้าชันกาด และวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ จิงจ้อ สาบม่วง และหญ้ายาง ซึ่งกรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, flumioxazin 50% WP + ametryn 80 % WP และ diuron 80% WG + ametryn 80 % WP มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชดังกล่าวได้ดีถึงระยะ 90 วันหลังพ่นสาร โดยมีคะแนนระหว่าง 7-10 คะแนน (Table 5) ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชของ หญ้าตีนติด หญ้าดอกขาว หญ้าชันกาด จิงจ้อ สาบม่วง และหญ้ายาง ในกรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + ametryn 80% WP, flumioxazin 50% WP + ametryn 80% WP และ diuron 80% WG + ametryn 80% WP ที่พบจำนวนต้นและน้ำหนักหนักแห้งวัชพืชดังกล่าว น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC และ pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC แต่ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชคู่ผสม มีจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชรวม น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 6)

ความสูงของสับปะรด พบว่า ที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + ametryn 80% WP, flumioxazin 50% WP + ametryn 80 % WP , diuron 80% WG + ametryn 80% WP, flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC, saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC มีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร bromacil + diuron 40%+40% WG และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ ที่มีความสูงระหว่าง 19.5-24.6 และ 27.7-34.4 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีความสูง 15.5 และ 20.5 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 7)

ผลผลิตสับปะรด โดยการชั่งน้ำหนักสดต้น ที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารคู่ผสมระหว่าง acetochlor 50% EC + ametryn 80% WP, flumioxazin 50% WP + ametryn 80% WP, diuron 80% WG + ametryn 80% WP, diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC มีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตระหว่าง 8,867-8,986 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร bromacil + diuron 40%+40% WG และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือและทุกกรรมวิธีที่กำจัดวัชพืช มีผลผลิตมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีผลผลิต 3,287.5 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 7)

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชคู่ผสมระหว่างสารกำจัดวัชพืชประเภทใช้ก่อนและหลังวัชพืชงอกในสับปะรด โดยพ่นหลังปลูกสับปะรด และวัชพืชมีจำนวนใบ 3-5 ใบ ซึ่งการพ่นสาร acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP, flumioxazin 50% WP + ametryn 80 % WP, diuron 80% WG + ametryn 80 % WP และ diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนติด หญ้าดอกขาว หญ้าชันกาด และวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ จิงจ้อ สาบม่วง และหญ้ายาง ไม่พบความเป็นพิษต่อสับปะรดและไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับปะรด

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้คำแนะนำการใช้สารกำจัดวัชพืชคู่ผสม เพื่อเผยแพร่ให้ เกษตรกร นักวิชาการ นักส่งเสริมการเกษตร และประชาชนที่สนใจ เพื่อนำผลงานวิจัยที่ได้ไปต่อยอดหรือพัฒนาการใช้สารกำจัด วัชพืชในสับปะรดร่วมกับการควบคุมวัชพืชวิธีอื่น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2560. *ยุทธศาสตร์สับปะรด ปี 2560-2569*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://www.doa.go.th/hort/images/book2/2560-2569.pdf (18 เมษายน 2563).

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. *คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช*. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 149 หน้า.

เกลียวพันธ์ สุวรรณรักษ์ และเสริมศิริ คงแสงดาว. 2539. บทบาทของสารกำจัดวัชพืชใช้ก่อนปลูกที่มีต่อการควบคุมวัชพืชและการเจริญเติบโตของสับปะรดซึ่งปลูกโดยไม่มีการเตรียมดิน. *วารสารวิชาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร*. กรุงเทพฯ: 14(1)

ปรียานุช ทิพยะวัฒน์ และงามจิตร ดวงดี. 2556. *คู่มือคำแนะนำ การสืบค้นค่าปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits : MRLs) ของประเทศคู่ค้า*. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ: 48 หน้า.

เผ่าพงศ์ พงศ์นพรัตน์. 2527. *การวิจัยและพัฒนาการสารกำจัดวัชพืช*. เอกสารวิชาการ เลขที่ 1 วิทยาการวัชพืชสมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย. หน้า 51-60.

สิริชัย สาธุวิจารณ์ มัลลิกา นวลแก้ว จรรยา มณีโชติ และวนิดา ธารวิล. 2554. ทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก (pre-emergence) และหลังงอก (post-emergence) ในสับปะรด. หน้า 149-156. *ใน* : *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554 เล่มที่ 1*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

Table1 Effect of herbicides on phytotoxicity of pineapple at 7, 15 and 30 days after application herbicides at Amphor Pranburi, Prachuap Khiri Khan province, 2020.

Treatment	Rate	phytotoxicity Rating [1/]			
	g ai/rai	7 DDA	15 DDA	30 DDA	60 DDA
1. acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP	400+480	0	2	2	1
2. flumioxazin 50% WP + ametryn 80 % WP	20+ 480	0	0	0	0
3. indaziflam 50% W/V SC + ametryn 80 % WP	12+480	0	0	0	0
4. saflufenacil 70% WG + ametryn 80 % WP	5+480	0	3	2	2
5. diuron 80% WG + ametryn 80 % WP	400 + 480	0	1	3	3
6. pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP	264 + 480	0	0	0	0
7. acetochlor 50% EC + imazapic 24% SL	400+28.8	0	0	0	0
8. flumioxazin 50% WP + imazapic 24% SL	20+ 28.8	0	4	6	6
9. indaziflam 50% W/V SC + imazapic 24% SL	12+ 28.8	0	4	6	6
10. saflufenacil 70% WG + imazapic 24% SL	5 + 28.8	0	3	5	5
11. diuron 80% WG + imazapic 24% SL	400 + 28.8	0	3	4	4
12. pendimethalin 33% EC + imazapic 24% SL	264 + 28.8	0	4	6	6
13. acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC	400+8.4	0	4	5	5
14. flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC	20+ 8.4	0	4	5	3
15. indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC	12+ 8.4	0	4	5	3
16. saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC	5 + 8.4	0	4	6	3
17. diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC	400 + 8.4	0	3	5	2
18. pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC	264+8.4	0	4	3	2
19. hand weeding		0	3	3	2
20. control	-	0	0	0	0

[1/]Phytotoxicity 0 = normal 1 – 3 = slightly toxic 4– 6 = moderately toxic 7– 9 = severely toxic 10 = completely killed

[2/]DAA= days after application

Table 2 Efficacy of herbicides at 15, 30, 60 and 90 days after application on pineapple at Amphor Pranburi, Prachuap Khiri Khan province, 2020.

Treatment	Rate	Visual weed control [1]			
	g ai/rai	15 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA
1. acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP	400+480	10	9	9	8
2. flumioxazin 50% WP + ametryn 80 % WP	20+ 480	10	10	9	8
3. indaziflam 50% W/V SC + ametryn 80 % WP	12+480	10	9	7	6
4. saflufenacil 70% WG + ametryn 80 % WP	5+480	9	8	7	6
5. diuron 80% WG + ametryn 80 % WP	400 + 480	10	10	9	8
6. pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP	264 + 480	9	8	7	6
7. acetochlor 50% EC + imazapic 24% SL	400+28.8	10	7	5	5
8. flumioxazin 50% WP + imazapic 24% SL	20+ 28.8	8	7	6	7
9. indaziflam 50% W/V SC + imazapic 24% SL	12+ 28.8	9	8	6	6
10. saflufenacil 70% WG + imazapic 24% SL	5 + 28.8	9	8	6	6
11. diuron 80% WG + imazapic 24% SL	400 + 28.8	10	8	7	7
12. pendimethalin 33% EC + imazapic 24% SL	264 + 28.8	8	7	6	6
13. acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC	400+8.4	8	9	7	5
14. flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC	20+ 8.4	7	7	7	6
15. indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC	12+ 8.4	8	8	6	5
16. saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC	5 + 8.4	8	7	6	5
17. diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC	400 + 8.4	8	7	5	6
18. pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC	264+8.4	7	7	5	5
19. hand weeding	-	10	10	10	10
19. control	-	0	0	0	0

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control 10 = completely control

[2/]DAA= days after application

Table 3 Number of weed and dry weight of weed at 60 days after application herbicide tank-mix on pineapple at Amphor Pranburi, Prachuap Khiri Khan province, 2020.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Number of weed/ m^2	Dry weight (g/m^2)
1. acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP	400+480	2.5 a	1.2 a
2. flumioxazin 50% WP + ametryn 80 % WP	20+ 480	7.0 a	4.5 a
3. indaziflam 50% W/V SC + ametryn 80 % WP	12+480	9.0 a	12.3 a
4. saflufenacil 70% WG + ametryn 80 % WP	5+480	4.5 a	1.7 a
5. diuron 80% WG + ametryn 80 % WP	400 + 480	2.5 a	1.1 a
6. pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP	264 + 480	28.5 b	45.5 b
7. acetochlor 50% EC + imazapic 24% SL	400+28.8	42.5 bc	65.5 bc
8. flumioxazin 50% WP + imazapic 24% SL	20+ 28.8	32.3 b	55.4 b
9. indaziflam 50% W/V SC + imazapic 24% SL	12+ 28.8	56.5 c	98.7 c
10. saflufenacil 70% WG + imazapic 24% SL	5 + 28.8	33.3 b	62.2 bc
11. diuron 80% WG + imazapic 24% SL	400 + 28.8	23.4 b	43.3 b
12. pendimethalin 33% EC + imazapic 24% SL	264 + 28.8	17.5 ab	39.6 b
13. acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC	400+8.4	15.5 ab	28.7 ab
14. flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC	20+ 8.4	55.5 c	87.7 c
15. indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC	12+ 8.4	67.5 c	95.5 c
16. saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC	5 + 8.4	63.5 c	101.5 d
17. diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC	400 + 8.4	45.5 bc	77.6 bc
18. pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC	264+8.4	59.6 c	78.7 bc
19. hand weeding	-	0.0 a	0.0 a
20. control	-	256.5 d	323.5 d
C.V. (%)		64.4	55.0

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control 10 = completely control [2/]DAA= days after application

Brachiaria reptans (L.) Gard & Hubb., *Leptochloa chinensis* (L.) *Panicum repens* (L.) Nees, *Euphorbia heterophylla* (L.) *Ipomoea obscura* (L.) Ker-Gawl , *Praxelis clematidea* R.M King & H. Rob

Table 4 Effect of herbicides on phytotoxicity of pineapple at 15, 30 and 60 days after application of herbicides at Amphor Pranburi, Prachuap Khiri Khan province, 2021.

Treatment	Rate	phytotoxicity Rating [1/]		
	g ai/rai	15 DDA	30 DDA	60 DDA
1. acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP	400+480	0	0	0
2. diuron 80% WG + ametryn 80 % WP	400 + 480	0	0	0
3. pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP	264 + 480	0	0	0
4. acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC	400+8.4	0	0	0
5. flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC	20+ 8.4	3	2	0
6. indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC	12+ 8.4	3	2	0
7. saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC	5 + 8.4	3	1	0
8. diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC	400 + 8.4	0	0	0
9. pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC	264+8.4	3	2	0
10. bromacil + diuron 40%+40% WG	400	0	0	0
11. hand weeding		0	0	0
12. control	-	0	0	0

[1/]Phytotoxicity 0 = normal 1 – 3 = slightly toxic 4– 6 = moderately toxic 7– 9 = severely toxic 10 = completely killed

[2/]DAA= days after application

Table 5 Efficacy of herbicides at 15, 30, 60 and 90 days after application on pineapple at Amphor Pranburi, Prachuap Khiri Khan province, 2022.

Treatment	Rate	Visual weed control [1]			
	g ai/rai	15 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA
1. acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP	400+480	10	9	8	7
2. diuron 80% WG + ametryn 80 % WP	400 + 480	10	10	9	8
3. pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP	264 + 480	10	9	7	6
4. acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC	400+8.4	9	8	7	6
5. flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC	20+ 8.4	10	8	8	7
6. indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC	12+ 8.4	9	8	7	6
7. saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC	5 + 8.4	10	7	5	5
8. diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC	400 + 8.4	9	9	8	8
9. pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC	264+8.4	7	8	8	6
10. bromacil + diuron 40%+40% WG	400	9	8	8	6
11. hand weeding		10	10	10	10
12. control	-	0	0	0	0

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control 10 = completely control

[2/]DAA= days after application

Table 6 Number of weed and dry weight of weed at 60 days after application herbicide tank-mix on pineapple at Amphor Pranburi, Prachuap Khiri Khan province, 2021.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Number of weed/ m^2	Dry weight (g/m^2)
1. acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP	400+480	5.5 a	7.5 a
2. diuron 80% WG + ametryn 80 % WP	400 + 480	2.1 a	2.3 a
3. pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP	264 + 480	8.7 a	13.2 ab
4. acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC	400+8.4	12.1 ab	21.4 b
5. flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC	20+ 8.4	15.5 b	28.7 b
6. indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC	12+ 8.4	45.5 c	87.7 c
7. saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC	5 + 8.4	65.5 c	112.5 cd
8. diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC	400 + 8.4	8.7 a	12.5 ab
9. pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC	264+8.4	56.5 c	143.5 d
10. bromacil + diuron 40%+40% WG	400	7.7 a	14.4 ab
11. hand weeding		0.0 a	0.0 a
12. control	-	187.5 d	343.5 e
C.V. (%)		45.5	39.6

0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 =moderately control, 7-9 = good control 10 = completely control

[2/]DAA= days after application

Brachiaria reptans (L.) Gard & Hubb., *Leptochloa chinensis* (L.) *Panicum repens* (L.) Nees, *Euphorbia heterophylla* (L.) *Ipomoea obscura* (L.) Ker-Gawl , *Praxelis clematidea* R.M King & H. Rob

Table 7 The effect of herbicides to plant height and yield on pineapple at Amphor Pranburi, Prachuap Khiri Khan province, 2021.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Plant height (cm.)		Yield (kg. /rai)
		30 DAA	90 DAA	
1. acetochlor 50% EC + ametryn 80 % WP	400+480	25.5 a	32.1 a	8,767.5 a
2. diuron 80% WG + ametryn 80 % WP	400 + 480	23.5 a	30.6 a	8,986.0 a
3. pendimethalin 33% EC + ametryn 80 % WP	264 + 480	24.3 a	31.5 a	8,776.0 a
4. acetochlor 50% EC + topramezone 33.6% W/V SC	400+8.4	19.5 ab	27.4 ab	7,656.0 ab
5. flumioxazin 50% WP + topramezone 33.6% W/V SC	20+ 8.4	20.4 ab	27.7 ab	7,545.0 ab
6. indaziflam 50% W/V SC + topramezone 33.6% W/V SC	12+ 8.4	18.7 b	26.2 b	4,565.0 c
7. saflufenacil 70% WG + topramezone 33.6% W/V SC	5 + 8.4	19.6 ab	29.5 ab	4,043.0 c
8. diuron 80% WG + topramezone 33.6% W/V SC	400 + 8.4	23.5 a	29.7 a	8,687.0 a
9. pendimethalin 33% EC + topramezone 33.6% W/V SC	264+8.4	18.5 b	25.5 b	6,809.0 b
10. bromacil + diuron 40%+40% WG	400	23.3 a	30.5 a	8,565.0 a
11. hand weeding	-	24.6 a	34.4 a	9,354.0 a
12. control	-	15.5 c	20.5 c	3,287.5 d
C.V. (%)		6.5	5.2	17.6

Means followed by the same letter in the column are not significantly different at 5% level by DMRT

[2/]DAA= days after application

Figure 1 Phytotoxicity of herbicides to pineapple at 30 days after application

Figure 2 Phytotoxicity of herbicides to pineapple at 60 days after application

saflufenacil + imazapic

diuron + imazapic

pendimethalin + imazapic

acetochlor+ topamezone

flumioxazin + topamezone

indaziflam + topamezone

saflufenacil + topamezone

diuron + topamezone

pendimethalin + topamezone

Figure 2 Phytotoxicity of herbicides to pineapple at 60 days after application (continue)

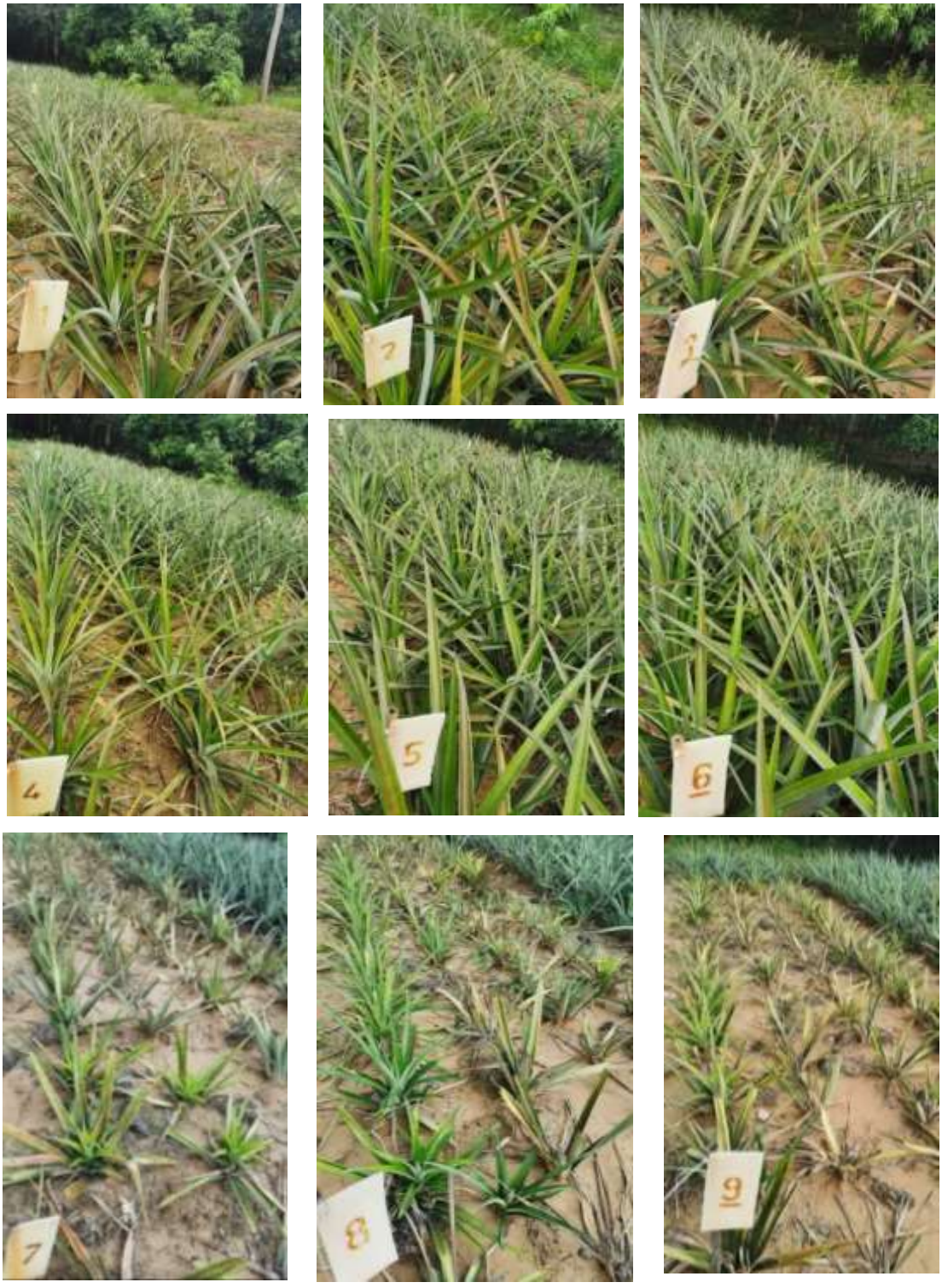


Figure 3 Phytotoxicity of herbicides to pineapple at 90 days after application

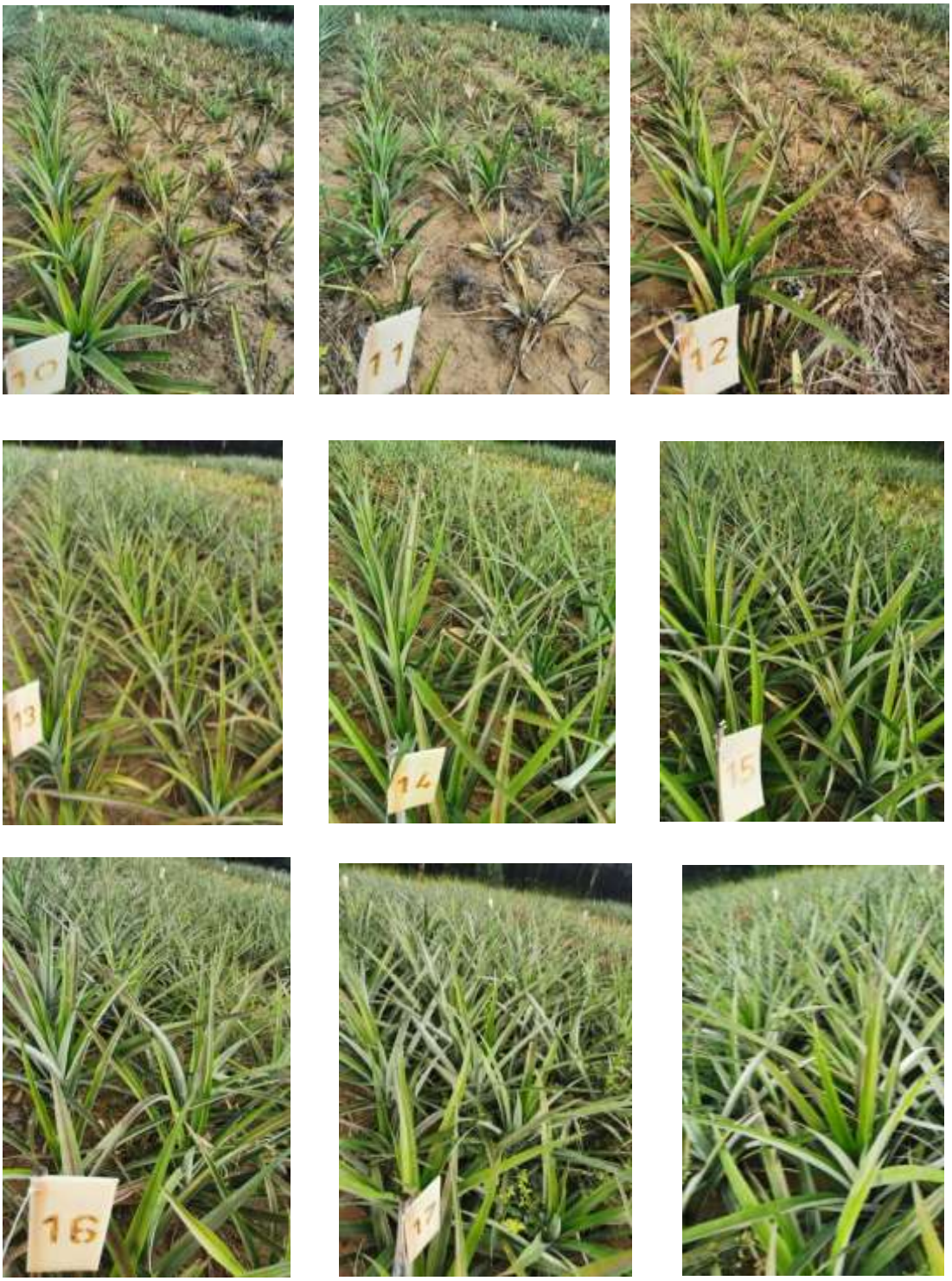


Figure 3 Phytotoxicity of herbicides to pineapple at 90 days after application (continue)

ศึกษาช่วงระยะเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (diquat, glyphosate และ glufosinate-ammonium) ในมันสำปะหลัง
Study of timing post-emergence herbicides application in cassava

ปรัชญา เอกฐิน[1/] จรัญญา ปิ่นสุภา[2/] เทอดพงษ์ มหาวงศ์[1/] อุษณีย์ จินดากุล[1/]
[1/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มวิชาการ สถาบันพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Abstract

Study timing of post-emergence herbicides application in cassava by none-selective herbicides such as diquat dibromide 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinat-ammonium 15% W/V SL application between the rows of cassava during different timing after cassava planting. Conduct in 2 loaction frist location at Takpha district in Nakhon Sawan province. Experiment during May 2020 - February 2021 Second location at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.Trail experiment in Randomized Complete Block Design 14 treatment 3 replication the resule found that in treatment glufosinate ammonium 15% W/V SL application at 15 and 45 day after cassava planting have an excellence control grassweeds such as *(Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.) (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P.Beauv.) broadleaves weeds such as (*Euphorbia heterophylla* Linn.) (*Corchorus olitorius* L.) (*Indigofera tinctoria* L.) (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott) (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) until 90 days after cassava planting after that found weeds competition slightly but does not affect the growth and yield of cassava. Treatment glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 15 and 45 day after cassava planting have a slightly toxic on cassava at 15 days after application cassava leaves exposed there is a slight distortion. In the other treatment diquat dibromide

รหัสการทดลอง 03-33-60-01-02-00-11-63

37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL application at 15 and 45 ,15 and 75, 30 and 60, 30 and 90 day after cassava planting and glufosinate-ammonium 1 5 % W/V SL at 15 and 75 , 30 and 60, 30 and 90 day after cassava planting have severely toxic on cassava affect the growth and cause ther plant to die. Thear for if need to diquat dibromide 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application During the time,it is necessary to cover and spray between the cassava rows in order not to allow the spray to reach the planted plants and cause harm, affecting their growth. and may cause the plant to die.

Keywords : Cassava, Weed Control, Post-emergence herbicide

บทคัดย่อ

การศึกษาช่วงเวลาในการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก โดยการพ่นสาร diquat dibromide 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL และ glufosinat-ammonium 15% W/V SL ระหว่างแถวมันสำปะหลัง ในระยะเวลาต่างหลังปลูกมันสำปะหลัง ดำเนินการ 2 แปลงทดลอง ที่อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2563 -กุมภาพันธ์ 2564 และอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือน สิงหาคม 2563-มีนาคม 2564 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ 14 กรรมวิธี ผลการทดลอง พบว่า วิธีการพ่นแบบไม่ใส่หัวครอบป้องกันละอองสารในวิธี พ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate ammonium 15% W/V SL ที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช ประเภทใบแคบ เช่น หญ้าตีนติด หญ้าตีนกา หญ้าขนเล็ก หญ้าปากควาย วัชพืชประเภทใบกว้าง เช่น หญ้ายาง ปอวัชพืช คราม ขน ลูกใต้ใบ อุตพิษ และสาบม่วง ได้ดีถึงระยะ 90 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง หลังจากนั้นพบวัชพืชขึ้นแข่งขันเล็กน้อย แต่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังเพราะทรงพุ่มมันสำปะหลังปกคลุมพื้นที่ระยะ 90 วันหลังปลูก การพ่นสาร glufosinate-ammonium 15% W/V SL ที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง เป็นพิษเล็กน้อยที่ต่อมันสำปะหลังที่ระยะ 30 วันหลังปลูก (15 วันหลังพ่นสาร) โดยใบมันสำปะหลังที่สัมผัสสาร มีอาการบิดเบี้ยวเล็กน้อย เมื่อเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่ระยะ 45 วันหลังปลูก (30 วันหลังพ่นสาร) ไม่พบอาการเป็นพิษ สำหรับวิธีอื่นที่พ่นสาร เช่น diquat dibromide 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง, ที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง, ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง, ที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง และการพ่นสาร glufosinate-ammonium 15% W/V SL ที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง, ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง, ที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก

มันสำปะหลัง เป็นพิษปานกลางจนถึงรุนแรง ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และทำให้พืชปลูกตาย ดังนั้น หากจำเป็นต้องการพ่น diquat dibromide 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL และ glufosinate-ammonium 15% W/V SL ในระยะเวลาดังกล่าวจำเป็นต้องใส่หัวครอบและพ่นระหว่างแถวมันสำปะหลังเพื่อไม่ให้ละอองสารไปโดนต้นพืชปลูกจนก่อให้เกิดอันตรายทำให้ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และอาจทำให้พืชปลูกตายได้

คำหลัก : มันสำปะหลัง การควบคุมวัชพืช สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก

คำนำ

วัชพืชเป็นปัญหาหนึ่งในการผลิตมันสำปะหลังซึ่งถ้าไม่มีการกำจัดเลยจะทำให้ผลผลิตเสียหายตั้งแต่ 25-100 เปอร์เซ็นต์ (Barrios, 1973; Harper, 1973; Moody and Isumah, 1974) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาแน่นของวัชพืช การกำจัดวัชพืชในมันสำปะหลัง มีหลายแบบ ทั้งใช้จอบถาก ใช้รถพรวนระหว่างร่อง การจัดระยะปลูกที่เหมาะสม และการใช้สารกำจัดวัชพืช แต่ด้วยค่าแรงที่สูงขึ้นทำให้เกษตรหันมา ใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้น โดยเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลางและภาคตะวันออก จำนวน 348 ราย ในปีเพาะปลูก 2557/58 พบว่า ร้อยละ 44 ใช้แรงงานร่วมกับสารกำจัดวัชพืช มีเพียงร้อยละ 24 ใช้แรงงานกำจัดวัชพืชเพียงวิธีเดียว (จรรยา และคณะ, 2558)

สารกำจัดวัชพืชในมันสำปะหลังมีทั้งแบบประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence) ควบคุมวัชพืชได้บางชนิดและจำเป็นต้องมีการกำจัดวัชพืชเป็นครั้งที่สองเนื่องจากระยะวิกฤตของวัชพืชในมันสำปะหลังอยู่ที่ 3 เดือนหลังปลูก (Dolland and Diedrahita, 1973) แต่ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนงอกส่วนใหญ่อยู่ที่ 2 เดือนหลังพ่นสาร เกษตรกรจึงนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence) เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากสามารถทดแทนปัญหาการใช้แรงงานกำจัดวัชพืชที่ขาดแคลนในปัจจุบัน แต่เนื่องด้วยการประชุมคณะกรรมการวัตถุอันตราย ครั้งที่ 3-1/2561 ณ วันที่ 23 พฤษภาคม 2561 มีมติให้จำกัดการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ ไกลโฟเซต พาราควอต และ คลอร์ไพริฟอส โดยห้ามใช้ในพืชผักและพืชสมุนไพร อนุญาตให้ใช้ในพืชเศรษฐกิจ 6 ชนิด ได้แก่ อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล และมีราชกิจจานุเบกษา ประกาศแบน “พาราควอต-คลอร์ไพริฟอส” มีผลตั้งแต่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2563 ซึ่งสารกำจัดวัชพืชพาราควอตเป็นสารกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้พ่นกำจัดวัชพืชหลังงอกในมันสำปะหลัง เนื่องจากสารดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชหลายประเภท และมีระยะปลอดฝนสั้น 1-2 ชั่วโมง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาช่วงระยะเวลาการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกที่มีประสิทธิภาพและไม่เป็นอันตรายต่อมันสำปะหลัง เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรได้ใช้ ช่วยในเรื่องปัญหาการขาดแคลนแรงงานและลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชในมันสำปะหลังต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง พันธุ์ห้วยบง 60 และ ระยอง 72
- สารทดสอบ diquat dibromide 37.3% W/V SL
  glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL
  glufosinate-ammonium 15% W/V SL
- เครื่องพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง หัวพ่นแบบพัด
- กรอบสี่เหลี่ยม ขนาด 0.5×0.5 เมตร
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ปุ๋ยสูตร 15-15-15
- ไม้ปักแปลง และป้ายแสดงกรรมวิธี

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete Block Design มี 14 กรรมวิธี 3 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธี	อัตรา g ai/ไร่	อัตรา มล./ไร่	ระยะเวลาพ่นสาร (วันหลังปลูก)
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	800	15 และ 45
2. glyphosate-isoproplyammonium 48%W/V SL	240.0	500	15 และ 45
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	600	15 และ 45
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	800	30 และ 60
5. glyphosate-isoproplyammonium 48%W/V SL	240.0	500	30 และ 60
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	600	30 และ 60
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	800	15 และ 75
8. glyphosate-isoproplyammonium 48%W/V SL	240.0	500	15 และ 75
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	600	15 และ 75
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	800	30 และ 90
11. glyphosate-isoproplyammonium 48%W/V SL	240.0	500	30 และ 90
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	600	30 และ 90
13. กำจัดวัชพืชด้วยมือ	-	-	30, 60 และ 90
14. ไม่กำจัดวัชพืช	-	-	-

แปลงทดลองที่ 1 จังหวัดนครสวรรค์ แปลงทดลองที่ 2 จังหวัดนครราชสีมา

<u>การบันทึกผลการทดลอง</u>

1. ชนิดและจำนวนต้นวัชพืช: สุ่มตัวอย่าง จำแนกชนิดและนับจำนวนต้นวัชพืชในกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชในพื้นที่ 2 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5 × 0.5 เมตร ที่ระยะ 15 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง (ก่อนพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี) และคำนวณความหนาแน่นของวัชพืชแต่ละชนิด

2. ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช: ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

0	=	ควบคุมไม่ได้	(no control)
1-3	=	ควบคุมได้เล็กน้อย	(slightly control)
4-6	=	ควบคุมได้ปานกลาง	(moderately control)
7-9	=	ควบคุมได้ดี	(good control)
10	=	ควบคุมได้สมบูรณ์	(completely control)

บันทึกข้อมูล 7 ครั้ง ที่ระยะ 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง โดยจำแนกวัชพืชเป็นชนิด และประเภทใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก

3. ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก: ให้คะแนนโดยวิธีการประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

0	=	ไม่เป็นพิษ	(normal)
1-3	=	เป็นพิษเล็กน้อย	(slightly toxic)
4-6	=	เป็นพิษปานกลาง	(moderately toxic)
7-9	=	เป็นพิษรุนแรง	(severely toxic)
10	=	พืชปลูกตาย	(completely killed)

บันทึกข้อมูล 7 ครั้ง ที่ระยะ 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง

4. จำนวนชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืช: สุ่มเก็บตัวอย่าง จำแนกชนิดและประเภทวัชพืช บันทึกจำนวนและน้ำหนักแห้งจากทุกกรรมวิธีๆ ละ 2 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5 × 0.5 เมตร ที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยจำแนกเป็นชนิด และประเภทวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้า ประเภทใบกว้าง และประเภทกก

5. การเจริญเติบโตของพืชปลูก: วัดความสูงโดยสุ่มจากจำนวน 10 ต้น ที่เป็นตัวแทนของมันสำปะหลังในแต่ละกรรมวิธี บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 30, 60, 90, 120 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง และระยะเก็บเกี่ยว

6. ผลผลิตของพืชปลูก: สุ่มเก็บตัวอย่างต้นมันสำปะหลังที่เป็นตัวแทนของแต่ละกรรมวิธี เมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 8 เดือน โดยชั่งน้ำหนักสดเป็นกิโลกรัมต่อไร่ และวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง

<u>การดำเนินการทดลองในสภาพไร่</u>

เตรียมแปลงปลูกมันสำปะหลัง โดยใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร เว้นระยะระหว่างแปลงย่อยของแต่ละกรรมวิธี 1 เมตร ระหว่างซ้ำ 2 เมตร ขนาดของแปลงย่อย 8x5 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-

15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และยกร่อง จากนั้นปลูกมันสำปะหลัง โดยการปักท่อนพันธุ์ขนาดยาว 25 เซนติเมตร ปักท่อนพันธุ์ในแนวตั้งฉากกับพื้นดิน ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร ใช้เชือกฟางล้อมรอบแปลงย่อยและทางเดินระหว่างแปลงย่อยให้ชัดเจน ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดเพื่อให้ดินมีความชื้น รอให้วัชพืชงอกขึ้นมามีจำนวนใบ 3-5 ใบ (ประมาณ 15 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง) จึงพ่นสารกำจัดวัชพืชระหว่างแถวมันสำปะหลังแบบไม่ใส่หัวครอบป้องกันละอองสารแปลงทดลองจังหวัดนครสวรรค์ และนครราชสีมา ตามกรรมวิธีที่ 1, 2, 3, 7, 8, 9 ที่ระยะ 15 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง พ่นสารตามกรรมวิธีที่ 4, 5, 6, 10, 11, 12 และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13 ที่ระยะ 30 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง พ่นสารตามกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 ที่ระยะ 45 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง พ่นสารตามกรรมวิธีที่ 4, 5, 6 และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13 ที่ระยะ 60 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง พ่นสารตามกรรมวิธีที่ 7, 8, 9 ที่ระยะ 75 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง และพ่นสารตามกรรมวิธีที่ 10, 11, 12 และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13 ที่ระยะ 90 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง วัดความสูงต้นมันสำปะหลังและนับจำนวนกิ่งที่สามารถตัดไปขยายพันธุ์ได้ที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช และเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยสุ่มเก็บตัวอย่างต้นมันสำปะหลังที่เป็นตัวแทนแต่ละกรรมวิธีเมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 8 เดือน หลังปลูก และชั่งเป็นกิโลกรัมต่อไร่ โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 4×4 เมตร และวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง

ตารางปฏิบัติงาน งานทดลองศึกษาช่วงเวลาใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก

แปลงทดลองที่ 1 อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 14 Treatment 3 Repplication plot size 5x8 เมตร

วันที่	กิจกรรม	หมายเหตุ
18 พ.ค. 63	ปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	วันปลูก
2 มิ.ย. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 1, 2, 3, 7, 8, 9	15 วันหลังปลูก
17 มิ.ย. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 4, 5, 6, 10, 11, 12 และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13	30 วันหลังปลูก
2 ก.ค. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 1, 2, 3	45 วันหลังปลูก
17 ก.ค. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 4, 5, 6 และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13	60 วันหลังปลูก
1 ส.ค. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 7, 8, 9	75 วันหลังปลูก
16 ส.ค. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 10, 11, 12 และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13	90 วันหลังปลูก

แปลงทดลองที่ 2 อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ RCB 14 Treatment 3 Repplication plot size 5x8 เมตร

วันที่	กิจกรรม	หมายเหตุ
24 ส.ค. 63	ปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	วันปลูก
9 ก.ย. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 1, 2, 3, 7, 8, 9	15 วันหลังปลูก
24 ก.ย. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 4, 5, 6, 10, 11, 12 และ กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13	30 วันหลังปลูก
9 ต.ค. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 1, 2, 3	45 วันหลังปลูก
24 ต.ค. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 4, 5, 6 และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13	60 วันหลังปลูก
9 พ.ย. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 7, 8, 9	75 วันหลังปลูก
24 พ.ย. 63	พ่นสารกำจัดวัชพืช กรรมวิธี 10, 11, 12 และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในกรรมวิธีที่ 13	90 วันหลังปลูก

<u>การบันทึกผลการทดลอง</u>

1. สุ่มตัวอย่างวัชพืชในกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยสุ่ม 2 จุด ๆ ละ 0.5 X 0.5 เมตร ที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช จำแนกชนิด และนับจำนวนต้นวัชพืช และคำนวณความหนาแน่นของวัชพืชเป็นเปอร์เซ็นต์

2. บันทึกประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยประเมินด้วยสายตา ตามระบบ 0-10 ดังนี้

0	=	ควบคุมไม่ได้	(no control)
1-3	=	ควบคุมได้เล็กน้อย	(slightly control)
4-6	=	ควบคุมได้ปานกลาง	(moderately control)
7-9	=	ควบคุมได้ดี	(good control)
10	=	ควบคุมได้สมบูรณ์	(completely control)

3. บันทึกความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อมันสำปะหลังที่ 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยการประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0-10 ดังนี้

0	=	ไม่เป็นพิษ	(normal)
1-3	=	เป็นพิษเล็กน้อย	(slightly toxic)
4-6	=	เป็นพิษปานกลาง	(moderately toxic)
7-9	=	เป็นพิษรุนแรง	(severely toxic)
10	=	พืชปลูกตาย	(completely killed)

4. บันทึกจำนวนชนิดและน้ำหนักแห้งของวัชพืช: โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากทุกกรรมวิธีๆ ละ 2 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5 × 0.5 เมตร ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชแต่ละครั้ง โดยจำแนกเป็นชนิดและวัชพืชประเภทใบแคบ ประเภทใบกว้าง

5. การเจริญเติบโตของพืชปลูก : วัดความสูง และจำนวนกิ่ง โดยสุ่มจากจำนวน 10 ต้น เป็นตัวแทนของมันสำปะหลัง ในแต่ละกรรมวิธี บันทึกข้อมูล 4 ครั้ง ที่ระยะ 30, 60, 90 วันหลังปลูกมันสำปะหลังและก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต

6. ผลผลิตของพืชปลูก : สุ่มเก็บตัวอย่างต้นมันสำปะหลังที่เป็นตัวแทนแต่ละกรรมวิธี เมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 8 เดือน หลังปลูก และชั่งเป็นกิโลกรัมต่อไร่ โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 4×4 เมตร

ผลการทดลอง

แปลงทดลองที่ 1 อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ พ่นสารกำจัดวัชพืชระหว่างแถวมันสำปะหลังแบบไม่ใส่หัวครอบป้องกันละอองสาร

จำนวนต้นและความหนาแน่นของวัชพืชแต่ละชนิดก่อนพ่นสารกำจัดวัชพืช

จากการสุ่มนับจำนวนต้นวัชพืชก่อนพ่นสารในทุกกรรมวิธีที่ระยะ 15 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง พบจำนวนต้นวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนติด มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 69.7-102.3 และวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ หญ้ายาง ลูกใต้ใบ ปอวัชพืช อุตพิด อยู่ระหว่าง 16.7-29.0, 3.7-6.7, 3.3-8.0, 1.0-3.0 ต้นต่อตารางเมตร (Figure 1-3) (Table 1)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นมันสำปะหลัง

ที่ระยะ 30, 45, 60, 75, 90, 105 วันหลังปลูก diqaut dichloride 37.3% W/V SL อัตรา 298.4 g ai/ไร่, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL อัตรา 240.0 g ai/ไร่ และ glufosinate-ammonium 15% W/V SL อัตรา 90.0 g ai/ไร่ ในกรรมวิธีที่ diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก พบว่าเป็นพิษต่อต้นมันสำปะหลังปานกลางถึงรุนแรง 6-10 คะแนน โดยใบมันสำปะหลังที่สัมผัสสาร diqaut dichloride 37.3% W/V SL อัตรา 298.4 g ai/ไร่ แสดงอาการไหม้และต้นตาย มันสำปะหลังที่สัมผัสสาร glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL อัตรา 240.0 g ai/ไร่ แสดงอาการใบบิด

เบี้ยวใบเล็กลีบและต้นตาย ส่วนมันสำปะหลังที่สัมผัสสาร glufosinate-ammonium 15% W/V SL อัตรา 90.0 g ai/ไร่ ในกรรมวิธีที่ glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก และ glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก มันสำปะหลังเป็นพิษเล็กน้อย 1-2 คะแนน โดยใบที่สัมผัสสารบิดเบี้ยวเล็กน้อย แต่มันสำปะหลังที่สัมผัสสารในกรรมวิธีที่ glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก และ glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก ใบมันสำปะหลังแสดงอาการเหลืองไหม้และต้นตาย (Figure 4 และ Figure 5) (Table 2)

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชโดยรวม

กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชโดยรวมในระดับดี 7-10 คะแนนในทุกระยะการประเมิน เนื่องจากเริ่มพ่นสารที่ระยะ 15 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง วัชพืชมีความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตรจากผิวดิน จึงมีการควบคุมวัชพืชได้ดีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2554) ส่วนกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช ที่ระยะ 45-90 วันหลังปลูกวัชพืชมีขนาดใหญ่ความสูงมากกว่า 30 เซนติเมตร ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในกรรมวิธีดังกล่าวจึงไม่ดีเท่าที่ควร (Figure 6 และ Figure 7) (Table 3)

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชแต่ละชนิด

ที่ระยะ 30 หลังปลูก กรรมวิธีที่ diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก ควบคุมวัชพืชทุกชนิดได้ดี และมีประสิทธิภาพลดลงที่ระยะ 45 วันหลังปลูก ระยะ 60 วันหลังปลูก กรรมวิธีที่ diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก ควบคุมวัชพืชทุกชนิดได้เล็กน้อยถึงปานกลางและมีประสิทธิภาพลดลงอีกที่ระยะ 75 วันหลังปลูก เนื่องจากวัชพืชมีขนาดใหญ่และมีความสูงมากกว่า 30 เซนติเมตร ที่ระยะ 90, 105 และ 120 วันหลังปลูกมันสำปะหลังทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชลดลง แต่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก ยังคงมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีเนื่องจาก สามารถควบคุมวัชพืชได้ตั้งแต่ระยะวัชพืชมีจำนวนใบเพียง 3-5 ใบ เมื่อ

ต้นมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตใบปกคลุมพื้นที่ทำให้วัชพืชที่งอกขึ้นมาภายหลังไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี วิธีนี้จึงมีประสิทธิภาพดีในการควบคุมวัชพืชแบบพ่นหลังวัชพืชงอก (Table 4-10)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต

จากการสุ่มนับจำนวนต้นเพื่อนำไปหาน้ำหนักแห้งวัชพืชโดยสุ่มที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก พบจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนติด น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับวิธีอื่นๆที่พ่นสารกำจัดวัชพืชและกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช และพบจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ หญ้ายาง ลูกใต้ใบ ปอวัชพืช และอุตพิษ น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับวิธีอื่นๆที่พ่นสารกำจัดวัชพืชและกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช เช่นเดียวกัน (Table 11 และ Table 12)

การวัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังที่ ระยะ 8 เดือนหลังปลูกมันสำปะหลัง

การวัดความสูงต้น จำนวนกิ่งมันสำปะหลัง ที่ระยะ 30, 60, 90, 120 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง และที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิต พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก มีความสูงต้นไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ แต่แตกต่างและมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีไม่กำจัดวัชพืช ส่วนกรรมวิธีอื่นๆที่พ่นสารต้นมันสำปะหลังเกิดอาการเป็นพิษและตายไม่สามารถวัดการเจริญเติบโตและผลผลิตได้ (Figure 8) (Table 13 และ Table 14)

แปลงทดลองที่ 2 อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา พ่นสารกำจัดวัชพืชระหว่างแถวมันสำปะหลัง

จำนวนต้นและความหนาแน่นของวัชพืชแต่ละชนิดก่อนพ่นสารกำจัดวัชพืช

จากการสุ่มนับจำนวนต้นวัชพืชก่อนพ่นสารในทุกกรรมวิธีที่ระยะ 15 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง พบจำนวนต้นวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าขนเล็ก ละหญ้าปากควาย มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 54.0-95.1, 9.7-26.7 และ 9.0-26.0 ต้นต่อตารางเมตร วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ สาบม่วง และหญ้ายาง อยู่ระหว่าง 11.7-20.0, 9.0-13.4 ต้นต่อตารางเมตร (Table 15)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นมันสำปะหลัง

ที่ระยะ 30, 45, 60, 75, 90, 105 วันหลังปลูก diqaut dichloride 37.3% W/V SL อัตรา 298.4 g ai/ไร่, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL อัตรา 240.0 g ai/ไร่ และ glufosinate-ammonium 15% W/V SL อัตรา 90.0 g ai/ไร่ ในกรรมวิธีที่ diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, diqaut dichloride

37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก เป็นพิษต่อต้นมันสำปะหลังรุนแรง 7-10 คะแนน โดยใบมันสำปะหลังที่สัมผัสสาร diqaut dichloride 37.3% W/V SL อัตรา 298.4 g ai/ไร่ แสดงอาการไหม้ใบเหี่ยวแห้งและต้นตายต้นตาย มันสำปะหลังที่สัมผัสสาร glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL อัตรา 240.0 g ai/ไร่ แสดงอาการใบเล็กลีบและต้นตาย ส่วนมันสำปะหลังที่สัมผัสสาร glufosinate-ammonium 15% W/V SL อัตรา 90.0 g ai/ไร่ ในกรรมวิธีที่ glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก และ glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก มันสำปะหลังเป็นพิษเล็กน้อย 1-2 คะแนน โดยใบที่สัมผัสสารบิดเบี้ยวเล็กน้อย แต่มันสำปะหลังที่สัมผัสสารในกรรมวิธีที่ glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก และ glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก ใบมันสำปะหลังแสดงอาการเหลืองไหม้และต้นตาย เช่นเดียวกับแปลงทดลองที่ 1 (Table 16)

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชโดยรวม

ในทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชโดยรวมในระดับปานกลางถึงดี 5-9 คะแนนถึงระยะ 45 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง ที่ระยะ 60-120 วันหลังปลูกมันสำปะลัง กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก ยังคงมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในระดับดี นอกจากคบคุมวัชพืชได้ได้เพราะวัชพืชมีความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตรแล้ว ต้นมันสำปะหลังยังมีการเจริญเติบโตดี ไม่เป็นพิษเนื่องมาจากการพ่นสารกำจัดวัชพืชทำให้ใบมันสำปะหลังปกคลุมพื้นที่จนวัชพืชไม่สามารถขึ้นแข่งขันได้ (Figure 9 และ Figure 10) (Table 17)

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชแต่ละชนิด

ที่ระยะ 30 หลังปลูก กรรมวิธีที่ diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 75 วันหลังปลูก ควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าขนเล็ก หญ้าปากควาย วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ สาบม่วง หญ้ายาง ได้ดีถึงสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพลดลงที่ระยะ 60 วันหลังปลูก ระยะ กรรมวิธีที่ diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังปลูก, diqaut dichloride 37.3% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก, glyphosate-

isoproplyammonium 48% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก, glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 30 และ 90 วันหลังปลูก ควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าขนเล็ก หญ้าปากควาย วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ สาบม่วง หญ้ายาง ได้ปานกลาง เนื่องจากวัชพืชมีขนาดใหญ่และมีความสูงมากกว่า 30 เซนติเมตร ที่ระยะ 90, 105 และ 120 วันหลังปลูกมันสำปะหลังทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืชมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชลดลง เนื่องจากต้นมันสำปะหลังตายเจากการพ่นสารกำจัดวัชพืช แต่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก ยังคงมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีเนื่องจาก สามารถควบคุมวัชพืชได้ตั้งแต่ระยะวัชพืชมีจำนวนใบเพียง 3-5 ใบ เมื่อต้นมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตใบปกคลุมพื้นที่ทำให้วัชพืชที่งอกขึ้นมาภายหลังไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี (Table 18-24)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต

จากการสุ่มนับจำนวนต้นเพื่อนำไปหาน้ำหนักแห้งวัชพืชโดยสุ่มที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก พบจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าขนเล็ก หญ้าปากควาย วัชพืชประเภทใบกว้าง ได้แก่ สาบม่วง หญ้ายาง น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับวิธีอื่นๆที่พ่นสารกำจัดวัชพืชและกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 25 และ Table 26)

การวัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังที่ ระยะ 8 เดือนหลังปลูกมันสำปะหลัง

การวัดความสูงต้น จำนวนกิ่งมันสำปะหลัง ที่ระยะ 30, 60, 90, 120 วันหลังปลูกมันสำปะหลัง และที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิต พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช glufosinate-ammonium 15% W/V SL พ่นที่ระยะ 15 และ 45 วันหลังปลูก มีความสูงต้นไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ แต่แตกต่างและมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีไม่กำจัดวัชพืช ส่วนกรรมวิธีอื่นๆที่พ่นสารต้นมันสำปะหลังเกิดอาการเป็นพิษและตายไม่สามารถวัดการเจริญเติบโตและผลผลิตได้ เช่นเดียวกับการทดลองในแปลงที่ 1 (Figure 11 และ Figure 12) (Table 27 และ Table 28)

เวลาและสถานที่

- แปลงทดลองที่ 1 ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2563 -กุมภาพันธ์ 2564
- แปลงทดลองที่ 2 ระหว่างเดือนสิงหาคม 2563-มีนาคม 2564
- สถานที่ดำเนินการ แปลงมันสำปะหลังของเกษตรกร อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ และอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของแปลงปลูกมันสำปะหลังที่อนุเคราะห์แปลงทดลอง อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา นักวิชาการเกษตร พนักงานราชการและลูกจ้างกลุ่มวิจัยวัชพืช ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลในการทดลอง จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จรรยา มณีโชติ ปรัชญา เอกฐิน ยุรวรรณ อนันตนมณี จรัญญา ปิ่นสุภา สิริชัย สาธุวิจารณ์ สุพัตรา ชาวกงจักร์ ศันสนีย์ จำจด ชัชวิทย์ ถนอมถิ่น สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ สันติไมตรี ก้อนคำดี สุรกิตติ ศรีกุล และชนินทร์ ขันตยกุล. 2558. *บทบาทของสารกำจัดวัชพืชประเภทไม่เลือกทำลายต่อการจัดการวัชพืชในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ 6 ชนิดของประเทศไทย*. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 12 จังหวัดเชียงราย

Barrios, J.R. 1973. Weed control in cassava. Pages 406-411. *In* : *Proc. 3rd International Symposium International Society for Tropical Root Crops*. Ibadan, Nigeria 2-9 December 1973.

Doll, J.D. and W.C. Piedrahita. 1973. Effect of time of weeding and plant population on growth and yield of cassava. Pages 399-405. *In : Proc. 3rd International Symposium for Tropical Root Crops*. Ibadan, Nigeria 2-9 December 1973. pp.

Table 1 Number of weeds by species/square meter berfore herbicide application at Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020-February 2021.

Treatment	Rate g ai/rai	Timing of application (Days after planting)	BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	TYPTR	Total
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	80.8	23.7	6.0	4.0	1.0	115.5
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	86.7	17.0	3.7	7.3	2.3	117.0
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	84.0	25.3	6.7	8.0	2.0	126.0
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	81.3	29.0	4.7	4.2	2.0	121.2
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	73.1	16.7	5.7	6.7	2.0	104.2
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	70.6	21.0	6.3	5.7	1.7	105.3
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	82.7	16.7	3.7	3.3	1.7	108.1
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	102.3	19.3	4.0	6.0	2.0	133.6
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	90.2	21.0	5.0	4.0	1.7	121.9
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	95.3	18.0	2.7	5.1	2.0	123.1
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	70.6	19.0	5.0	6.2	2.0	102.8
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	82.7	18.3	4.7	7.3	1.7	114.7
13. handweeding	-	30, 60, 90	77.5	23.0	4.3	6.8	1.3	112.9
14. Untreated Check	-	-	69.7	22.3	5.0	3.3	3.0	103.3
Total			1147.5	290.3	67.5	77.9	26.4	1,609.6

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 2 Toxicity of diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL on cassava Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate g ai/rai	Timing of application (Days after planting)	Toxicity (DAP)						
			30	45	60	75	90	105	120
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	6	10	10	10	10	10	10
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	8	10	10	10	10	10	10
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	3	0	0	0	0	0	0
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	10	10	10	10	10	10
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	10	10	10	10	10	10
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	10	10	10	10	10	10
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	7	10	10	10	10	10	10
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	6	10	10	10	10	10	10
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	2	1	0	0	5	6	6
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	10	10	10	10	10	10
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	10	10	10	10	10	10
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	10	10	10	10	10	10
13. handweeding	-	30, 60, 90	0	0	0	0	0	0	0
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0	0

0 = Normal 1-3 = Slightly toxic 4-6 = Morderately toxic 7-9 = Severely toxic 10 = Completely killed

Table 3 Efficiency of weed control after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL SL in cassava Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control (Days after planting)						
			30	45	60	75	90	105	120
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	8	5	9	6	3	5	0
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	8	6	10	6	4	7	0
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	9	6	10	8	7	9	7
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	9	6	7	0	0	0
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	9	5	7	0	4	0
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	9	6	4	0	3	0
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	8	5	0	4	5	0	1
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	8	5	0	4	5	0	1
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	8	6	0	4	5	0	1
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	9	6	1	1	7	3
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	9	5	1	1	7	3
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	8	5	1	1	7	3
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

Table 4 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 30 days after planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control					
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	INDTI	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	8	9	8	8	10	10
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	8	10	8	10	10	10
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	9	9	7	10	10	10
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	0	0	0	0	0
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	0	0	0	0	0
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	0	0	0	0	0
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	8	9	8	10	10	10
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	8	9	6	10	10	10
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	8	9	7	10	10	10
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	0	0	0	0	0
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	0	0	0	0	0
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	0	0	0	0	0
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 5 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 45 days after planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control					
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	INDTI	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	5	5	8	10	10	10
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	6	7	7	7	10	10
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	6	4	9	3	10	10
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	9	9	6	5	10	10
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	9	10	9	10	10	10
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	9	8	10	10	10	10
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	5	4	7	5	10	10
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	5	3	7	8	7	10
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	6	3	6	2	10	10
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	9	8	10	6	10	10
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	9	10	5	10	10	10
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	8	9	9	9	10	10
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 6 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 60 days after planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control					
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	INDTI	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	9	10	8	10	10	7
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	9	10	10	10	10	7
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	9	10	10	10	10	10
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	1	6	7	7	7	6
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	9	5	10	6	6	6
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	1	8	7	7	7	7
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0	0	0	0	0	0
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0	0	0	0	0	0
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	0	0	0	0	0	0
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	7	8	5	5	5
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	9	5	10	5	5	5
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	3	7	8	5	4	5
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 7 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 75 days after planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control					
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	INDTI	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	1	2	6	7	7	7
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	3	3	6	8	8	8
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	9	10	10	10	10	10
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	9	7	5	7	7	7
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	9	6	8	7	8	7
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	4	5	3	7	7	7
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	5	7	2	4	7	7
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	6	8	7	8	8	7
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	6	8	6	7	7	7
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	1	5	7	7	6	6
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	6	6	5	6	6	6
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	2	4	6	7	6	6
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 8 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 90 days after planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control					
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	INDTI	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	3	2	6	7	7	7
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	2	1	7	7	7	7
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	9	10	10	10	10	10
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	1	3	0	3	3	3
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	3	1	3	3	3	3
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	1	3	3	3	3	3
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	6	2	2	7	10	10
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	7	7	8	10	10	10
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	6	5	7	10	10	10
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	2	3	3	3	3
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	4	4	3	3	3	3
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	2	4	4	7	7	7
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 9 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 105 days after planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control					
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	INDTI	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0	0	0	0	0	0
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0	0	0	0	0	0
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	9	10	10	10	10	10
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	0	0	0	0	0
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	0	0	0	0	0
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	0	0	0	0	0
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	2	2	0	3	3	3
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	1	2	1	3	3	3
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	2	1	2	3	3	3
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	8	8	10	10	10	9
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	9	9	10	10	10	9
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	9	9	9	10	10	10
13. handweeding	-	30, 60, 90	0	0	0	0	0	0
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 10 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 120 days after planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020-February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control					
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	INDTI	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0	0	0	0	0	0
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0	0	0	0	0	0
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	9	10	10	10	10	10
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	0	0	0	0	0
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	0	0	0	0	0
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	0	0	0	0	0
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0	0	1	2	3	3
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0	0	1	3	3	3
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	0	0	2	3	3	3
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	3	4	0	2	3	3
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	5	5	4	4	3	3
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	5	5	2	4	4	3
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.) TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 11 Number of weeds by species/square meter after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at harvested Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 – February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Number of weeds/square meter				
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	15 b	2.7 a	0.0 a	0.0 a	0.7 ab
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	22 b	4.0 a	0.0 a	0.0 a	1.7 ab
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	6.0 a	4.0 a	0.0 a	0.0 a	1.0 bc
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	27.3 b	17.3 bc	8.0 c	0.0 a	0.0 a
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	33.3 c	27.3 c	1.3 ab	0.0 a	0.0 a
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	21.0 bc	25.7 c	6.0 ab	0.0 a	0.0 a
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	23.3 bc	3.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	25.7 bc	7.3 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	37.0 c	4.3 a	0.3 a	0.0 a	0.0 a
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	20.7 bc	15.0 b	3.3 abc	2.0 a	0.0 a
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	25 bc	15.3 b	3.3 abc	0.0 a	0.0 a
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	16.3 b	13.0 b	6.7 ab	2.7 a	0.0 a
13. handweeding	-	30, 60, 90	1.7 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
14. Untreated Check	-	-	33.3 c	18.7 b	8.3 c	3.0 a	2.7 c
C.V. %			**20.3**	**121.4**	**75.0**	**82.5**	**91.1**

Means within column followed by the same letter are not significantly different at 95 % level of confidence by DMRT

*BRARE = *(Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.)

TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 12 Dry wight of weeds by species/square meter after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at harvested Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Dry wight of weeds /square meter				
			BRARE	EUPHE	PHYAM	COROL	TYPTR
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	27.8 b	5.0 a	0.0 a	0.0 a	1.3 a
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	40.7 b	7.4 a	0.0 a	0.0 a	3.1 ab
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	11.1 a	7.4 a	0.0 a	0.0 a	1.9 a
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	50.5 b	32.0 b	14.8 c	0.0 a	0.0 a
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	61.6 c	50.5 c	2.4 a	0.0 a	0.0 a
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	38.9 bc	47.5 c	11.1 b	0.0 a	0.0 a
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	43.1 bc	5.6 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	47.5 bc	13.5 b	0.0 a	0.0 a	0.0 a
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	68.5 c	8.0 a	0.6 a	0.0 a	0.0 a
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	38.3 bc	27.8 a	6.1 ab	3.7 ab	0.0 a
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	46.3 bc	28.3 a	6.1 ab	0.0 a	0.0 a
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	30.2 b	24.1 a	12.4 b	5.0 a	0.0 a
13. handweeding	-	30, 60, 90	3.1 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
14. Untreated Check	-	-	61.6 c	34.6 b	15.4 c	5.6 b	5.0 b
C.V. %			27.8	95.0	110.0	100.0	91.3

Means within column followed by the same letter are not significantly different at 95 % level of confidence by DMRT

*BRARE = (*Brachiarai retans* Linn. Gaard et Hubb.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

COROL = (*Corchorus olitorius* L.) PHYAM = (*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.)

TYPTR = (*Typhonium trilobatum* (L.) Schott)

Table 13 Growth and yield of cassava at harvested Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing	Hight (days after planting)				
			30	60	90	120	harvested
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	32.3 a	57.8 a	105.6 a	112.3 a	144.6 a
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	21.7 a	35.5 a	80.6 a	109.8 a	110.0 a
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
13. handweeding	-	30, 60, 90	41.2 a	66.8 a	112.3 a	130.0 a	148.6 a
14. Untreated Check	-	-	20.0 ab	27.5 ab	45.6 ab	88.7 ab	95.6 ab
C.V.%			17.8	25.5	36.8	24.5	40.8

[1/] Means within column followed by the same letter are not significantly different at 95 % level of confidence by DMRT

Table 14 Growth and yield of cassava at harvested Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021. (Continue)

Treatment	Rate gai/rai	Timing	Branch of cassava (days after planting)					Yield (tone/rai)	(%) starch
			30	60	90	120	harvested		
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	1.0 b	1.2 b	1.8 b	2.0 b	2.0 b	4.4 a	25.6 a
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b c	0.0 b
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	1.0 a	1.0 a	1.8 a	1.8 a	1.8 a	2.4 b	26.5 a
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
13. handweeding	-	30, 60, 90	1.0 a	1.7 a	1.8 a	2.0 a	2.0 a	4.8 a	26.5 a
14. Untreated Check	-	-	1.0 a	1.0 ab	1.0 ab	1.0 ab	1.0 ab	1.5 ab	27.0 a
C.V.%			5.6	4.5	3.6	3.6	2.0	5.0	11.2

[1/] Means within column followed by the same letter are not significantly different at 95 % level of confidence by DMRT

Table 15 Number of weeds by species/square meter berfore herbicide application at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate g ai/rai	Timing of application (Days after planting)	ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE	Total
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	57.0	19.3	10.0	20.0	7.3	113.6
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	76.3	13.7	14.7	15.3	7.3	127.3
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	73.3	26.7	17.0	19.3	7.7	144
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	79.0	15.0	18.0	16.3	8.9	137.2
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	80.3	16.7	20.7	17.7	8.7	144.1
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	44.6	12.0	18.0	17.3	9.0	100.9
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	54.0	13.3	13.0	15.3	9.7	105.3
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	95.1	18.0	10.7	15.0	10.1	148.9
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	84.2	12.0	9.0	11.7	10.9	127.8
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	80.3	15.7	24.0	17.0	13.4	150.4
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	44.6	10.7	17.0	18.0	10.7	101
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	54.0	9.7	26.0	16.7	9.7	116.1
13. handweeding	-	30, 60, 90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14. Untreated Check	-	-	44.7	19.3	21.0	17.7	14.7	117.4
Total			867.4	202.1	219.1	217.3	128.1	1,634

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 16 Efficiency of weed control after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL SL in cassava at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control (Days after planting)						
			30	45	60	75	90	105	120
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	8	5	9	6	3	5	0
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	8	6	10	6	4	7	0
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	9	6	10	8	7	9	7
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	9	6	7	0	0	0
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	9	5	7	0	4	0
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	9	6	4	0	3	0
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	8	5	0	4	5	0	1
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	8	5	0	4	5	0	1
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	8	6	0	4	5	0	1
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	9	6	1	1	7	3
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	9	5	1	1	7	3
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	8	5	1	1	7	3
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

Table 17 Toxicity of diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL on cassava at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate g ai/rai	Timing of application (Days after planting)	Toxicity (DAP)						
			30	45	60	75	90	105	120
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	7	8	10	10	10	10	10
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	8	9	10	10	10	10	10
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	2	1	0	0	0	0	0
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	10	10	10	10	10	10
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	10	10	10	10	10	10
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	10	10	10	10	10	10
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	7	8	8	8	10	10	10
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	8	8	8	8	10	10	10
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	2	8	0	0	6	6	6
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	10	8	8	10	10	10
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	10	8	8	10	10	10
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	10	10	10	10	10	10
13. handweeding	-	30, 60, 90	0	0	0	0	0	0	0
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0	0	0

0 = Normal 1-3 = Slightly toxic 4-6 = Morderately toxic 7-9 = Severely toxic 10 = Completely killed

Table 18 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 30 days after planting at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	10	8	8	10	9
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	10	8	8	10	7
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	10	10	10	10	7
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	0	0	0	0
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	0	0	0	0
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	0	0	0	0
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	9	9	9	10	9
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	9	9	9	10	8
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	10	10	9	10	8
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	0	0	0	0
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	0	0	0	0
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	0	0	0	0
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn

Table 19 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 45 days after planting at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	8	7	7	9	8
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	8	7	7	9	6
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	8	8	7	9	6
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	9	9	9	9	9
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	9	9	9	9	9
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	10	9	9	9	9
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	7	7	7	8	8
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	8	7	7	8	7
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	8	7	8	9	7
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	10	9	8	9	9
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	9	8	8	9	9
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	9	8	9	9	9
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 20 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 60 days after planting at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	10	10	10	10	10
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	10	10	10	10	10
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	10	10	10	10	10
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	7	6	5	6	6
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	7	6	5	6	6
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	7	7	6	6	6
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	4	4	3	3	4
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	5	4	3	3	4
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	6	5	6	6	5
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	3	4	4	5	3
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	3	4	4	5	3
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	3	5	4	5	4
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 21 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 75 days after planting at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	5	6	7	5	5
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	5	6	6	6	6
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	10	9	10	10	9
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	10	10	10	10	9
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	9	9	10	10	9
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	9	9	9	9	9
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0	0	0	0	0
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0	0	0	0	0
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	5	5	5	5	4
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	0	0	0	0
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	0	0	0	0
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	0	0	0	0
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 22 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 90 days after planting at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0	0	0	0	0
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0	0	0	0	0
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	8	8	8	8	7
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	6	5	6	7	6
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	5	5	6	7	6
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	5	5	5	6	6
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	7	7	7	8	8
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	7	7	7	8	8
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	8	8	8	7	7
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	0	0	0	0
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	0	0	0	0
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	0	0	0	0
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 23 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 105 days after planting at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0	0	0	0	0
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0	0	0	0	0
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	7	8	8	8	7
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	0	0	0	0
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	0	0	0	0
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	0	0	0	0
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0	0	0	0	0
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0	0	0	0	0
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	5	6	6	6	6
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	5	6	5	6	4
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	5	5	5	6	4
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	4	4	5	6	5
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 24 Efficiency of weed control by specise after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at 120 days after planting at Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Efficiency of weed control				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0	0	0	0	0
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0	0	0	0	0
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	7	7	8	8	7
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0	0	0	0	0
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0	0	0	0	0
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0	0	0	0	0
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0	0	0	0	0
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0	0	0	0	0
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	5	5	5	5	4
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0	0	0	0	0
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0	0	0	0	0
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0	0	0	0	0
13. handweeding	-	30, 60, 90	10	10	10	10	10
14. Untreated Check	-	-	0	0	0	0	0

0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 25 Number of weeds by species/square meter after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at harvested Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Number of weeds/square meter				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	49.3 d	10.3 b	8.3 b	4.0 ab	0.0 a
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	31.3 c	15.3 b	12.3 b	1.0 a	0.0 a
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	3.3 a	1.3 a	1.3 a	0.0 a	0.0 a
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	23.3 c	5.3 a	1.0 a	6.0 a	0.3 a
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	20.3 c	11.3 b	1.0 a	1.7 a	0.0 a
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	25.3 c	7.3 ab	0.0 a	1.7 a	0.0 a
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	18.3 bc	2.7 a	1.3 a	2.7 a	2.7 a
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	25.3 c	7.3 ab	3.3 ab	1.7 a	0.0 a
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	11.3 b	5.3 a	3.3 ab	5.3 ab	1.0 a
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	25.0 c	3.3 a	4.7 ab	0.0 a	0.0 a
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	35.0 c	1.0 a	1.0 a	0.0 a	0.0 a
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	34.7 c	17.0 b	1.0 a	0.0 a	0.0 a
13. handweeding	-	30, 60, 90	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
14. Untreated Check	-	-	56.3 d	25.3 c	7.7 b	13.0 c	4.3 ab
C.V. %			20.3	25.6	35.7	26.7	40.0

Means within column followed by the same letter are not significantly different at 95 % level of confidence by DMRT

*ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 26 Dry wight of weeds by species/square meter after diqaut dichloride 37.3% W/V SL, glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL and glufosinate-ammonium 15% W/V SL application at harvested Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021

Treatment	Rate gai/rai	Timing of application (Days after planting)	Dry wight of weeds /square meter				
			ELEIN	BRARA	DACAE	PRACL	EUPHE
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	88.7 de	18.5 bc	14.9 bc	7.2 b	0.0 a
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	56.3 c	27.5 c	22.1 c	1.8 a	0.0 a
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	5.9 a	2.3 a	2.3 a	0.0 a	0.0 a
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	41.9 c	9.5 b	1.8 b	10.8	0.5 a
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	36.5 bc	20.3 b	1.8 b	3.1 a	0.0 a
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	45.5 c	13.1 b	0.0 a	3.1 a	0.0 a
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	32.9 bc	4.9 a	2.3 a	4.9 a	4.9 b
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	45.5 c	13.1 b	5.9 b	3.1 a	0.0 a
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	20.3 b	9.5 b	5.9 b	9.5 b	1.8 a
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	45.0 c	5.9 a	8.5 b	0.0 a	0.0 a
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	63.0 d	1.8 a	1.8 a	0.0 a	0.0 a
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	62.5 d	30.6 c	1.8 a	0.0 a	0.0 a
13. handweeding	-	30, 60, 90	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
14. Untreated Check	-	-	101.3 e	45.5 d	11.7 bc	11.4 b	5.7 b
C.V. %			27.8	40.5	30.2	28.8	26.0

Means within column followed by the same letter are not significantly different at 95 % level of confidence by DMRT

* ELEIN = *Eleusine indica* (L.) Gaertn.) BRARA = (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) DACAE = (*Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.)

PRACL = (*Praxelis clematidea* R.M. King & H. Rob.) EUPHE = (*Euphorbia heterophylla* Linn.)

Table 27 Growth and yield of cassava at harvested Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021.

Treatment	Rate gai/rai	Timing	Hight (days after planting)				
			30	60	90	120	harvested
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	32.3 a	57.8 a	105.6 a	112.3 a	144.6 a
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	21.7 a	35.5 a	80.6 a	109.8 a	110.0 a
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b
13. handweeding	-	30, 60, 90	41.2 a	66.8 a	112.3 a	130.0 a	148.6 a
14. Untreated Check	-	-	20.0	27.5	45.6	88.7	95.6
C.V.%			35.5	113.6	177.0	232.4	121.4

[1/] Means within column followed by the same letter are not significantly different at 95 % level of confidence by DMRT

Table 28 Growth and yield of cassava at harvested Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021(Continue)

Treatment	Rate gai/rai	Timing	Branch of cassava (days after planting)					Yield (tone/rai)	(%) starch
			30	60	90	120	harvested		
1. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 45	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
2. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 45	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
3. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 45	1.0 b	1.2 b	1.8 b	2.0 b	2.0 b	4.4 a	25.6 a
4. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b c	0.0 b
5. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
6. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 60	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
7. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	15, 75	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
8. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	15, 75	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
9. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	15, 75	1.0 a	1.0 a	1.8 a	1.8 a	1.8 a	2.4 b	26.5 a
10. diqaut dichloride 37.3% W/V SL	298.4	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
11. glyphosate-isoproplyammonium 48% W/V SL	240.0	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
12. glufosinate-ammonium 15% W/V SL	90.0	30, 90	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b
13. handweeding	-	30, 60, 90	1.0 a	1.7 a	1.8 a	2.0 a	2.0 a	4.8 a	26.5 a
14. Untreated Check	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	27.0
C.V.%			5.6	4.5	3.2	4.0	2.0	1.4	1.6

[1/] Means within column followed by the same letter are not significantly different at 95 % level of confidence by DMRT

Figure 1 stage of weeds before application at 15 after cassava planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021

Typhonium trilobatum (L.) Schott *Euphorbia heterophylla* L. *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.

Brachiaria reptans (Linn.) Gard et Hubb *Corchorus aestuans* L.

Figure 2 Weeds by species before herbicide application Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021

Figure 3 Field experiment at 15 after cassava plantingTakpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021

Figure 4 Toxicity on cassava at 15 days after glyphosate application (left) toxicity on cassava at 15 days after diquat application (middle) and toxicity on cassava at 15 days after glufosinate ammonium application (right) Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021

Figure 5 Toxicity of 3 herbicide on cassava compare with handweeding treatment Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021

diquat

Glufosinate

glyphosate

Untreated check

Figure 6 Field experiment at 15 days after 3 herbicide application Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021

diquat

glufosinate

glyphosate

Untreatedcheck

Figure 7 Field experiment at 45 days after 3 herbicide application Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020 - February 2021

Figure 8 Yield in treatment glufosinate ammonium application at 15, 45 day after planting Takpha district in Nakhon Sawan province. May 2020- February 2021

diquat glufosinate

glyphosate Untreatedcheck

Figure 9 Field experiment at 30 days after 3 herbicide application Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021

diquat glufosinate

glyphosate Untreatedcheck

Figure 10 Field experiment at 60 days after 3 herbicide application Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021

Figure 11 Yield at harvested in treatment glufosinate ammonium application Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021

Figure 12 Yield at harvested in treatment glufosinate ammonium application Pakthongchai district in Nakhon Ratchasima during August 2020-March 2021 (Continue)

ประสิทธิภาพการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) ในการป้องกันกำจัดศัตรูคะน้า

Efficacy test by using *Bacillus thuringiensis* in combination with diamondback moth pheromone traps to control diamondback moth in kale.

อนุสรณ์ พงษ์มี[1/] อิศเรส เทียนทัด[1/] บุษราคัม อุดมศักดิ์[2/] ทิพวรรณ กัณหาญาติ[2/]
พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท[1/] สุชาดา สุพรศิลป์[1/] นลินา ไชยสิงห์[1/] สุณีรัตน์ สีมะเดื่อ[2/]
อุราพร หนูนารถ[1/] วิชัย โอภานุกุล[2/] อานนท์ สายคำฟู[2/]
[1/]กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

Abstract

The spraying performance test by using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) or Drone to control pests in kale field in Photharam District, Ratchaburi between October 2019 to September 2021. The objective of this study was to study the UAV spraying technique to reduce chemical use. The result showed that the Drone sprayer is a suitable and more suitable method using a high-pressure knapsack sprayer. Because aerosols can be found in all parts of kale and more than 30 droplets/cm^2 are sufficient to control pests. And the ultra-low volume sprayer at rate 0.8-8 liter/rai is like spraying with a drone. Although the high concentrations in use. The strong wind from the Drone can blow the aerosols to the target great compared to normal spray by using a high-pressure knapsack sprayer at rate 32-96 liter/rai. The use of a Drone sprayer for spraying water to control the diamondback moth in kale at a rate of 3.5 and 5 liter/rai is as efficient as spraying with a high-pressure knapsack sprayer at rate of 100 liter/rai. But using drones can save water, wage reductions, and without contact chemicals. This information can use as instructions to a setting the standard for using the drone sprayers in Thailand to develop the Precision Crop Protection according to Thailand 4.0 policy.

Keywords : Unmanned Aerial Vehicle (UAV), diamondback moth, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*

รหัสการทดลอง 03-60-63-01-01-00-01-63

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) หรือ โดรน ในการป้องกันกำจัดศัตรูคะน้า ในแปลงเพาะปลูกคะน้าของเกษตรกรใน อ. โพธาราม จ. ราชบุรีระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการพ่นสารด้วยอากาศยานไร้คนขับในการลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในคะน้า จากผลการทดลอง พบว่า การพ่นด้วยโดรนเป็นวิธีการที่เหมาะสมเทียบเท่าถึงมากกว่าการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง เนื่องจากสามารถพบละอองสารในทุกส่วนเพียงพอต่อการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชคือมากกว่า 30 ละอองต่อตารางเซนติเมตร และการพ่นสารในระบบน้ำน้อยมากที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 0.8-8 ลิตร/ไร่ ดังเช่นการพ่นด้วยโดรน ถึงแม้สารที่ผสมในการพ่นมีความเข้มข้นสูง แต่มีลมที่ผลิตจากใบพัดของเครื่องช่วยในการนำพาละอองสารเข้าสู่เป้าหมายได้ดีเมื่อเทียบกับการพ่นแบบน้ำปานกลางที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 32-96 ลิตรต่อไร่ ด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง และการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้าโดยใช้โดรนพ่นเชื้อ *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* ด้วยโดรนที่มีอัตราพ่น 3.5 และ 5 ลิตรต่อไร่ มีประสิทธิภาพเทียบเท่าการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่น 100 ลิตรต่อไร่ แต่การใช้โดรนสามารถประหยัดน้ำ ลดต้นทุนค่าแรงงาน และเกษตรกรมีความปลอดภัยไม่ต้องสัมผัสกับสารที่ใช้พ่น ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นคำแนะนำ เพื่อเป็นแนวทางในการวางมาตรฐานการพ่นสารด้วยอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย รวมทั้งเป็นข้อมูลใช้พัฒนาสู่การอารักขาพืชแม่นยำสูง (Precision Crop Protection) ที่สอดคล้องกับนโยบายเกษตร 4.0 ของประเทศ

คำหลัก : อากาศยานไร้คนขับ หนอนใยผัก บีทีสายพันธุ์ *kurstaki*

คำนำ

นโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจไปสู่ยุค Thailand 4.0 ตามยุทธ์ศาสตร์ของชาติ 20 ปี (พศ.2561-2580) ที่มุ่งเน้นขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม ก่อให้เกิดการเพิ่มมูลค่า และการเพิ่มผลิตภาพ ประกอบกับมีคำสั่งการจากรัฐบาลโดยนายกรัฐมนตรี มอบหมายให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร ให้ทำงานอัตโนมัติ โดยตามภารกิจของกรมวิชาการเกษตรซึ่งเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร โดยมีเป้าหมายสำคัญที่จะยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรให้ดีขึ้น รวมถึงแก้ไขปัญหาสารเคมีตกค้างในผลผลิตเกษตร จากรายงานของสำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร พบว่าในปี พ.ศ. 2563 มีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรเป็นปริมาณ 98,449 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 29,341 ล้านบาท จึงมีความพยามจากหลายฝ่ายที่จะลดปริมาณการใช้สารเคมี โดยใช้ให้ถูกชนิด อัตรา และเวลา มีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตและสิ่งแวดล้อม การใช้สารชีวภัณฑ์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว

อิศเรส เทียนทัด (2558) ได้รายงานการใช้ บีที หรือ *Bacillus thuringiensis* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่เกิดขึ้นธรรมชาติจัดเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์สามารถนำมาใช้กำจัดแมลงศัตรูพืช

ได้มากมายหลายชนิดเนื่องจากมีความเฉพาะเจาะจงสูงในการทำลายเฉพาะแมลงเป้าหมายเท่านั้น มีความปลอดภัยสูงต่อมนุษย์ สัตว์เลือดอุ่น ปลา และนก รวมทั้งแมลงที่มีประโยชน์เช่นผึ้ง แมลงห้ำและแมลงเบียน เป็นต้น โดยชนิดของแมลงศัตรูที่สามารถควบคุมได้ด้วยเชื้อบีที ได้แก่ หนอนใยผัก หนอนคืบกะหล่ำ หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้หอม หนอนเจอะสมอฝ้าย หนอนร่านกินใบปาล์ม หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด เป็นต้น การเข้าทำลายของเชื้อบีทีจะเกิดขึ้นเมื่อแมลงศัตรูพืชชนิดนั้น ๆ จะต้องกินเชื้อบีทีเข้าไป เมื่อแมลงกินสารพิษและสปอร์เข้าไปในกระเพาะอาหาร จะย่อยสารพิษ ให้เป็น active toxin (สารพิษแท้จริง) เข้าทำลายเซลล์เยื่อบุผนังกระเพาะทำให้ระบบการย่อยอาหาร และระบบทางเดินอาหารถูกทำลายส่งผลให้แมลงเป็นอัมพาตหรือเคลื่อนไหวช้าลงไม่สามารถกินอาหารได้ ขณะเดียวกันเมื่อผนังของกระเพาะอาหารถูกทำลายสปอร์บีที และเชื้อโรคที่อยู่ในกระเพาะจะไหลผ่านรูแผลบนผนังกระเพาะเข้าสู่กระแสเลือด และเพิ่มจำนวนมากขึ้นทำให้โลหิตเป็นพิษ ทำให้แมลงตายในเวลาต่อมา โดยทั่วภายใน 2-3 วัน ขึ้นอยู่กับขนาดแมลง และปริมาณเชื้อที่กินเข้าไป

ในปี 2558 เริ่มมีการนำโดรนเกษตร เข้ามาใช้งานในประเทศไทยโดย บริษัทยามาฮ่าประเทศญี่ปุ่น เป็นโดรนแบบเฮลิคอบเตอร์ย่อส่วน มีน้ำหนักตัวเครื่อง 70 กิโลกรัม (Figure 1) บรรทุกน้ำหนักได้ 28 กิโลกรัม บินได้นาน 2 ชั่วโมง/ครั้ง ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์เบนซีน 2 จังหวะ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 8 ลิตร/ครั้ง ราคาจำหน่าย 3 ล้านบาท

และในปี 2558 บริษัท DJI ประเทศจีน ได้ผลิตโดรนเกษตรแบบ 8 พัด (Figure 2 ซ้าย) ซึ่งมีผู้นำเข้ามาจำหน่ายในไทย บรรทุกน้ำหนักได้ 10 กิโลกรัม บินได้นาน 20 นาที/ครั้ง ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า 8 ตัว ร่วมกับแบตเตอร์รี่ ราคาจำหน่ายในประเทศจีน 15,000 US หรือประมาณ 500,000 บาท

ต่อมาปลายปี 2559 สถาบันวิจัยเกษตรวิศกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาต้นแบบโดรนฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์แบบมัลติโรเตอร์ มี 4 ใบพัด (Figure 2 ขวา) น้ำหนักตัวเครื่อง 8 กิโลกรัม สามารถบรรทุกน้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม บินได้นาน 15 นาที/ครั้ง ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า 4 ตัว หน้ากว้างการพ่น 3 เมตร ความสามารถในการทำงาน 4-5 นาที/ไร่ หรือ 50 ไร่/วัน ซึ่งโดรนต้นแบบมีราคา 200,000 บาท

จากแนวโน้มการพัฒนา อากาศยานไร้คนขับ หรือโดรน (Drone) เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง และสามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ตลอดจนนำมาประยุกต์สู่ระบบการอารักขาพืชแม่นยำสูง ประกอบกับสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร สามารถพัฒนาโดรนพ่นสารชีวภัณฑ์ บรรทุกน้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม ไปประยุกต์ใช้ในการพ่นสารในแปลงคะน้า ความสามารถในการทำงาน 3-4 นาที/ไร่ ทำงานได้สูงสุด 50 ไร่/วัน และมีต้นทุนการผลิตที่จำหน่ายได้ 200,000 บาท ด้วยเหตุนี้คณะผู้บริหารกรมวิชาการเกษตร จึงเห็นควรให้พัฒนาต่อยอด โดยมีวัตถุประสงค์ให้โดรนที่พัฒนาใหม่นี้มีความสามารถในการบรรทุกน้ำหนักที่มากขึ้น เพื่อนำมาใช้พ่นสารชีวภัณฑ์ในพืชผักคะน้า ทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งมีความเสี่ยงสูงจากการปนเปื้อนของสารเคมี กรมอนามัย (2561) อีกทั้งช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน แก้ไข

ปัญหาแรงงานขาดแคลน ลดอันตรายที่จะเกิดกับผู้พ่นสาร และสอดคล้องกับนโยบายด้านการเกษตรของประเทศต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. โดรนที่ได้พัฒนาโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมความจุ 10 ลิตร
2. เครื่องพ่นสารมอเตอร์ไฟฟ้าสะพายหลังแบบแรงดันสูง ความจุ 20 ลิตร
3. กระดาษไวต่อน้ำ (Water Sensitive Paper)
4. กล้องที่มี linear scale graticule
5. สี Kingkol tartrazine
6. เครื่อง Colorimeter (ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6051, Spectronic Camspec Ltd, ประเทศอังกฤษ
7. กระดาษ Chromolux,
8. กระดาษเซลลูโลส
9. กระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร
10. จานเลี้ยงเชื้อขนาด 15x100 มิลลิเมตร
11. ก้านเหล็กความสูง 50 เซนติเมตร
12. ชุดพ่นสารและอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยต่างๆ ได้แก่ แว่นตา ถุงมือ หน้ากาก รองเท้าบู้ท
13. อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น อุปกรณ์ตวง อุปกรณ์ผสมสาร เป็นต้น
14. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติกขนาดต่าง ๆ
15. เชื้อ *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (แบคโทสปิน-เอฟ-ซี) หรือ บีที

วิธีการ

1. การศึกษาความหนาแน่นของละอองสาร และการตกค้างของละอองสารบนเป้าหมายด้วยวิธี Colorimetric method

เตรียมแปลงทดลองและแผนการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงคะน้าอายุ 14 วัน ที่ อ. โพธาราม จ. ราชบุรี โดยแบ่งแปลงทดลองเป็นแปลงย่อยขนาด 8 x 15 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 10 เมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 กรรมวิธี จำนวน 7 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารละลายของสี Kingkol tartrazine ด้วยโดรนที่พัฒนาโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม (Figure 3) อัตราพ่น 3.5 ลิตรต่อไร่ (Drone 3.5)

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารละลายของสี Kingkol tartrazine ด้วยโดรนที่พัฒนาโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม อัตราพ่น 5 ลิตรต่อไร่ (Drone 5)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารละลายของสี Kingkol tartrazine ด้วยเครื่องพ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้) ขนาดความจุถัง 20 ลิตร ประกอบก้าน

ฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายความยาว 70 เซนติเมตร อัตราพ่น 100 ลิตรต่อไร่ (MKS 100) (Figure 4)

ในการทดลองใช้การพ่นสารละลายของสี Kingkol tartrazine ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวแทนสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำหรับการพ่นด้วยโดรนทั้ง 2 กรรมวิธีจะบินพ่นสูงจากต้นคะน้า 2.5 เมตร ส่วนการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงจะพ่นสูงจากต้นคะน้าประมาณ 0.5 เมตร ซึ่งเป็นการปฏิบัติของเกษตรกร ในกรณีอัตราการพ่นด้วยโดรนที่ 3.5 และ 5 ลิตรต่อไร่ อ้างอิงจากการทดสอบของ วิชัย และคณะ (2560) ส่วนอัตราพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงอ้างอิงจาก จีรนุช และคณะ (2553) ที่แนะนำอัตราพ่นที่เหมาะสมในคะน้าอายุ 20-45 วัน อยู่ที่อัตราประมาณ 100 ลิตรต่อไร่ สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีได้แสดงไว้ใน (Table 1) ก่อนทำการทดลองจะตรวจวัดสภาพอากาศ ได้แก่ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้น

1.1 การศึกษาความหนาแน่นของละอองสารบนเป้าหมาย

ติดกระดาษ Chomulux ขนาด 2 x 10 เซนติเมตร บนใบคะน้าจำนวน 40 ต้นต่อแปลงย่อย โดยแต่ละต้นจะติดตัวอย่างต้นละ 2 ตำแหน่ง ได้แก่ ระดับใบบนสุด และใบล่างสุด ติดตัวอย่างทั้งด้านบนใบ (upper leaf) และใต้ใบ (lower leaf) (Figure 5) หลังจากนั้นพ่นด้วยสารละลายของสี Kingkol tartrazine ตามกรรมวิธี ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้สารละลายของสีแห้งแล้วทำการเก็บตัวอย่าง ใส่ตัวอย่างในถุงพลาสติกที่เขียนระบุกรรมวิธี ตำแหน่งและซ้ำไว้แล้ว ปิดถุงให้สนิทและเก็บไว้ในกล่องกันแสงอัลตร้าไวโอเลตเพื่อป้องกันการสลายตัวของสี เมื่อตัวอย่างถึงห้องทดลอง นำตัวอย่างที่ได้มาวัดความหนาแน่นของละอองสารด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ภาพ แบบฟรีแวร์ Image J เพื่อหาความหนาแน่นของละอองสารบนใบ (ดำรง และคณะ, 2551; พฤทธิชาติ และคณะ, 2562) มีหน่วยเป็นจำนวนละออง/ตารางเซนติเมตร นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

1.2 การศึกษาการตกค้างของละอองสารบนเป้าหมาย

ติดกระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร บนใบคะน้า จำนวน 40 ต้นต่อแปลงย่อย โดยติดตัวอย่างต้นละ 2 ตำแหน่ง คือ ระดับใบบนสุด และใบล่างสุด ติดตัวอย่างทั้งด้านบนใบและใต้ใบ (Figure 6) แล้วสารพ่นตามกรรมวิธีทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้สารละลายของสีแห้งแล้วเก็บตัวอย่าง ใส่ตัวอย่างในถุงพลาสติกที่เขียนระบุกรรมวิธี ตำแหน่งและซ้ำไว้แล้ว ปิดถุงให้สนิทและเก็บไว้ในกล่องกันแสงอัลตร้าไวโอเลตเพื่อป้องกันการสลายตัวของสี เมื่อตัวอย่างถึงห้องทดลอง นำมาล้างสีด้วยน้ำสะอาดปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปล่อยให้ตกตะกอน กรองตะกอนแล้วดูดสารละลายใส่ลงในไมโครเพลท นำไปวัดค่าความเข้มแสง ด้วยเครื่องวัดสี (ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6051) ที่ค่าดูดกลืนแสง 470 นาโนเมตร (ดำรง และคณะ, 2551; พฤทธิชาติและคณะ, 2562; Punyawattoe, 2013) แล้วนำค่าที่ได้คำนวณปริมาณการตกค้างซึ่งมีหน่วยเป็นไมโครกรัมของสารละลายของสีต่อตารางเซนติเมตรของกระดาษกรอง ค่าที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

2. การศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักด้วยเชื้อ *Bacillus thuringiensis*

ทำการทดลองในแปลงคะน้าอายุ 24 วัน ที่ อ. โพธาราม จ. ราชบุรี และ อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี จำนวน พื้นที่ละ 1 แปลง ระหว่างเดือน มกราคม - มีนาคม 2562 ในแต่ละแปลงแบ่งแปลงทดลองเป็นแปลงย่อยขนาด 8 x 15 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 10 เมตร เมื่อคะน้า อายุ 20 วัน ถอนแยกให้มีระยะระหว่างต้น 15-20 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วย drone อัตราพ่น 3.5 ลิตรต่อไร่ ด้วยเชื้อ *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (แบคโทสปิน-เอฟ-ซี) อัตรา 300 มิลลิลิตรต่อไร่

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วย drone อัตราพ่น 5 ลิตรต่อไร่ ด้วยเชื้อ *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (แบคโทสปิน-เอฟ-ซี) อัตรา 300 มิลลิลิตรต่อไร่

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่น 100 ลิตรต่อไร่ ด้วยเชื้อ *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (แบคโทสปิน-เอฟ-ซี) อัตรา 300 มิลลิลิตรต่อไร่ (อัตราแนะนำที่ 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร)

กรรมวิธีที่ 4 ไม่พ่นสาร

วิธีปฏิบัติ

พ่นสารเมื่อพบการระบาดของหนอนใยผักมากกว่า 0.2 ตัวต่อต้น ซึ่งเป็นระดับเศรษฐกิจที่ต้องเริ่มทำการป้องกันกำจัด (สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร, 2558) โดยพ่นสารทุก 4 วันจำนวน 6 ครั้ง ตรวจนับแมลงจากคะน้า 30 ต้นต่อแปลงย่อย ก่อนพ่นสารทุกครั้งและหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย 4 วัน บันทึกจำนวนแมลงซึ่งมีหน่วยเป็นจำนวนหนอนใยผักต่อต้น นำค่าดังกล่าวมาวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2562 สิ้นสุด กันยายน 2564

- สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ
- สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ
- แปลงคะน้าของเกษตรกร อ. โพธาราม จ. ราชบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาความหนาแน่นของละอองสาร และการตกค้างของละอองสารบนเป้าหมายด้วยวิธี Colorimetric method

1.1 การศึกษาความหนาแน่นของละอองสารบนเป้าหมาย

ระหว่างทำการทดลองความเร็วลมมีค่าค่อนข้างคงที่คือมีความเร็วลมอยู่ระหว่าง 0.2-0.5 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 26 ± 1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ (RH %) มีค่าเฉลี่ย 72 ± 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการพ่นสาร (Miller *et al*., 2018)

ผลการทดลองพบความหนาแน่นของละอองสารบนเป้าหมายในระดับบนของต้นคะน้าด้านบนใบจากการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 100 ลิตรต่อไร่ มากที่สุดเฉลี่ย 84.8 ละอองต่อตารางเซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยโดรนอัตรา 5 ลิตรต่อไร่ ที่พบความหนาแน่นของละอองสารเฉลี่ย 76.6 ละอองต่อตารางเซนติเมตร แต่มากกว่าแตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยโดรนอัตรา 3.5 ลิตรต่อไร่ ที่พบความหนาแน่นของละอองสารเฉลี่ย 72.2 ละอองต่อตารางเซนติเมตร อย่างไรก็ตามด้านใต้ใบกลับพบความหนาแน่นของละอองสารจากการพ่นทั้ง 3 กรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ โดยพบความหนาแน่นของละอองสารเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 41.0-49.9 ละอองต่อตารางเซนติเมตร

สำหรับระดับล่างของต้นคะน้าด้านบนใบ พบความหนาแน่นของละอองสารจากการพ่นทั้ง 3 กรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ โดยพบความหนาแน่นของละอองสารเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 39.4-45.3 ละอองต่อตารางเซนติเมตร ส่วนระดับล่างด้านใต้ใบพบความหนาแน่นของละอองสารจากการพ่นด้วยโดรนทั้ง 2 กรรมวิธีเฉลี่ย 31.4 และ 35.7 ละอองต่อตารางเซนติเมตร มากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 100 ลิตรต่อไร่ ที่พบความหนาแน่นของละอองสารด้านใต้ใบเพียง 23.7 ละอองต่อตารางเซนติเมตร (Table 2)

เมื่อนำข้อมูลทางวิชาการมาพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้ป้องกันกำจัดแมลง การพ่นด้วย โดรนเป็นวิธีการที่เหมาะสมมากกว่า เนื่องจากสามารถพบละอองสารในทุกส่วนเพียงพอต่อการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชคือมากกว่า 30 ละอองต่อตารางเซนติเมตร (King *et al*., 1996 และ Matthews, 2014) ในระดับบนและล่างของต้นคะน้าทั้งบริเวณด้านบนและด้านใต้ใบ

การพ่นด้วยโดรนใช้หัวฉีดที่สามารถผลิตละอองสารที่มีขนาดเล็ก (166 ไมครอน) และมีลมที่ผลิตจากใบพัดช่วยพัดละอองสารแทรกซอนเข้าสู่เป้าหมายได้ดีเมื่อเทียบกับการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงที่ละอองสารมีขนาดละอองที่ใหญ่กว่า (มากกว่า 200 ไมครอน) และละอองสารที่ผลิตจากเครื่องชนิดนี้ใช้แรงดันจากน้ำเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการแทรกซอนสู่เป้าหมายจึงไม่ดีเท่าการมีแรงลมช่วยจึงทำให้พบความหนาแน่นของละอองสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณใต้ใบน้อยกว่า แม้จะใช้อัตราพ่นที่มากกว่าก็ตาม (Qin *et al*., 2016; Qin *et al*., 2016; พฤทธิชาติและคณะ, 2562)

1.2 การศึกษาการตกค้างของละอองสารบนเป้าหมาย

ผลการทดลองพบการตกค้างของละอองสารในระดับบนของต้นคะน้าทั้งด้านบนใบจากการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารทั้ง 3 กรรมวิธี ซึ่งพบการตกค้างของละอองสารเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.21-1.31 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับด้านใต้ใบ พบการตกค้างของละอองสารในระดับบนของต้นคะน้าจากการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 100 ลิตรต่อไร่ มากที่สุดเฉลี่ย 1.07 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นด้วยโดรนอัตรา 5 ลิตรต่อไร่ ที่พบการตกค้างของละอองสารเฉลี่ย 1.02 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร แต่มากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยโดรนอัตรา 3.5 ลิตรต่อไร่ ที่พบการตกค้างของละอองสารเฉลี่ย 0.93 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร

สำหรับระดับล่างของต้นคะน้าทั้งด้านบนใบและด้านใต้ใบ พบความหนาแน่นของละอองสารจากการพ่นทั้ง 3 กรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ โดยพบความหนาแน่นของละอองสารเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.88-0.91 และ 0.65-0.73 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3)

การศึกษาการตกค้างสอดคล้องกับรายงานของ Cunningham and Harden, (1999), Matthews, (2014) และ Qin *et al*., (2016) ที่พบว่าการพ่นสารในระบบน้ำน้อยมากที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 0.8-8 ลิตร/ไร่ ดังเช่นการพ่นด้วยโดรน ถึงแม้สารที่ผสมในการพ่นมีความเข้มข้นสูง แต่มีลมที่ผลิตจากใบพัดของเครื่องช่วยในการนำพาละอองสารเข้าสู่เป้าหมายได้ดี เมื่อเทียบกับการพ่นแบบน้ำปานกลางที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 32-96 ลิตรต่อไร่ ด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง สำหรับการทดลองนี้การใช้ปริมาณสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ในอัตราที่เท่ากันทุกกรรมวิธี แม้จะใช้อัตราพ่นที่น้อยกว่าด้วยโดรนหรือจะใช้ในอัตราที่สูงด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง ก็ไม่ได้ทำให้ผลการตกค้างของละอองสารต่างกัน แต่การพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงที่ผลิตละอองสารที่มีขนาดโตมากกว่า 200 ไมครอน เมื่อละอองสารไปปะทะกับส่วนใดส่วนหนึ่งบนต้นข้าวแล้ว จะเกิดการรวมตัวของละอองสารและไหลลงสู่พื้นดินได้ง่าย ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การพ่นในอัตราที่สูงแล้วพบการตกค้างของละอองสารบนเป้าหมายไม่ต่างจากการพ่นในอัตราพ่นที่ต่ำกว่า

2. การศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักด้วยเชื้อ *Bacillus thuringiensis*

ผลการทดลองพบว่า การพ่นเชื้อ *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (แบคโทสปิน-เอฟ-ซี) อัตรา 300 มิลลิลิตรต่อไร่ ด้วย drone อัตราพ่น 3.5 และ 5 ลิตรต่อไร่ และการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง อัตราพ่น 100 ลิตรต่อไร่ พบจำนวนหนอนใยผักไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.32-0.39, 0.25-0.33, 0.23-0.30 และ 0.21-0.29 ตัวต่อต้น หลังการพ่นสารครั้งที่ 1 - 4 ตามลำดับ แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่พบหนอนใยผักเฉลี่ย 0.93, 1.07, 1.61 และ 1.68 ตัวต่อต้น (Table 4)

การพ่นสาร *Bacillus thuringiensis* ในการทดลองนี้ถึงแม้จะไม่สามารถควบคุมปริมาณหนอนให้ระดับการระบาดน้อยกว่า 0.2 ตัวต่อต้น ซึ่งเป็นระดับเศรษฐกิจได้ เนื่องจากหลายสาเหตุ ขึ้นอยู่กับจำนวน อายุและขนาดของหนอน ตลอดจนปริมาณเชื้อที่กินเข้าไป อีกทั้งเชื้อแบคทีเรียไม่คงทนสลายตัวได้เร็วเมื่อถูกแสงอาทิตย์ (อัจฉรา, 2544) สำหรับการทดลองนี้การทดสอบเริ่มเมื่อมีประชากรของหนอนใยผักอยู่ในระดับสูงคือ 0.5-0.7 ตัวต่อต้น ซึ่งมากกว่าระดับที่จำเป็นต้องป้องกันกำจัด 2-3 เท่า ดังนั้นการพ่นสารชีวภัณฑ์แม้จะสามารถป้องกันกำจัดได้แต่ก็ไม่สามารถลดจำนวนหนอนใยผักให้อยู่ภายใต้ระดับเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัด ซึ่งตรงกับรายงานของ (จีรนุช และคณะ, 2553) ที่ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีและ *Bacillus thuringiensis* ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้าพบว่ากรณีที่พ่นสาร *Bacillus thuringiensis* ในแปลงที่มีจำนวนหนอนใยผักในระดับต่ำการใช้สาร *Bacillus thuringiensis* มีประสิทธิภาพและผลผลิตไม่แตกต่างจากการใช้สารเคมี และไม่มีพิษตกค้างในผลผลิต อย่างไรก็ตามในกรณีที่เป็นสารเคมีบางชนิดการพ่นในช่วงที่ประชากรของหนอนใยผักสูง ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดก็ไม่แตกต่างจากการใช้สาร *Bacillus*

thuringiensis เช่นกัน (รพีพรรณ และคณะ, 2557) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความปลอดภัยต่อศัตรูธรรมชาติและแมลงที่มีประโยชน์ชนิดอื่น ๆ การพ่นด้วย *Bacillus thuringiensis* มีความเฉพาะเจาะจงต่อหนอนผีเสื้อศัตรูพืชเท่านั้นซึ่งไม่มีผลกระทบต่อแมลงห้ำแมลงเบียน และแมลงที่มีประโยชน์ อื่นๆ (รัตนา และคณะ, 2553)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ผลการทดสอบเปรียบเทียบการพ่น ระหว่างแรงงานคน และโดรน เมื่อนำมาพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้ป้องกันกำจัดแมลง พบว่าความหนาแน่นของละอองสาร จากการพ่นด้วยโดรนเป็นวิธีการที่เหมาะสมเนื่องจากมีละอองสารเพียงพอต่อการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชทุกชนิดคือมากกว่า 30 ละออง/ตารางเซนติเมตร (Harden and Taylor, 1992; Matthews, 2014 และ Dobson and King, 2002) ทั้งบริเวณด้านบนและด้านใต้ใบคะน้า และการใช้โดรนฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (แบคโทสปิน-เอฟ-ซี) ที่อัตราพ่น 3.5 และ 5 ลิตร/ไร่ มีความหนาแน่นของละอองสารที่เหมาะสมในการนำมาป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้ยังพบตกค้างของละอองสารบนคะน้าไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการพ่นของเกษตรกรที่อัตราพ่น 100 ลิตร/ไร่ และเมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักด้วยด้วยเชื้อ *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* ด้วยอัตราที่เท่ากันคือที่อัตรา 300 มิลลิลิตร/ไร่ (อัตราแนะนำที่ 60 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร) พบว่าการพ่นด้วยโดรนมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเทียบเท่าวิธีการพ่นของเกษตรกร แต่การใช้โดรนสามารถประหยัดน้ำ ลดต้นทุนค่าแรงงาน และเกษตรกรมีความปลอดภัยไม่ต้องสัมผัสกับสารที่ใช้พ่น ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นคำแนะนำ เพื่อเป็นแนวทางในการวางมาตรฐานการพ่นสารด้วยอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย รวมทั้งเป็นข้อมูลใช้พัฒนาสู่การอารักขาพืชแม่นยำสูง (Precision Crop Protection) ที่สอดคล้องกับนโยบายเกษตร 4.0 ของประเทศ

คำขอบคุณ

-

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย.2561. รายงานสารเคมีตกค้างอยู่ในพืชผักที่จำหน่ายในท้องตลาด. กระทรวงสาธารณสุข. แหล่งที่มา: www.anamai.moph.go.th (สืบค้นเมื่อ: 2 สิงหาคม 2561)

จีรนุช เอกอำนวย ดำรง เวชกิจ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สิริกัญญา ขุนวิเศษ สรรชัย เพชรธรรมรส และสิริวิภา พลตรี. 2553. ทดสอบประสิทธิภาพและพัฒนาเทคนิคการพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูสำคัญในคะน้า. รายงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. หน้า 124-141.

ดำรง เวชกิจ จีรนุช เอกอำนวย พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สรรชัย เพชรธรรมรส สิริวิภา พลตรี. 2551. ศึกษาประสิทธิภาพของ ULEM เพื่อการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูกล้วยไม้บางชนิด. รายงานผลวิจัยเรื่องเต็มกรมวิชาการเกษตร. 57 หน้า.

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท, วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร, นลินา ไชยสิงห์, สุชาดา สุพรศิลป์. 2562. ประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) สำหรับการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในข้าว. วารสารวิชาการเกษตร. 37(1): 27-36.

รพีพรรณ โตหนองหว้า สรศักดิ์ หวังสินสุจริต และประกายจันทร์ นิ่มกิ่งรัตน์. 2557. การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้าจังหวัดกาญจนบุรี. แก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ 3): 600-605.

รัตนา นชะพงษ์ ภัทราพร สรรพนุเคราะห์. 2555. พัฒนาการผลิตมวนพิฆาต. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

วิชัย โอภานุกุล อานนท์ สายคำฟู พัชรีวรรณ จงจิตเมตต์ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท อิศเรส เทียนทัด และวีระ สุขประเสริฐ. 2560. การวิจัยอากาศยานไร้คนขับ (Drone) สำหรับเกษตรอินทรีย์. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติครั้งที่ 18 และระดับนานาชาติครั้งที่ 10 ระหว่างวันที่ 7-9 กันยายน 2560 ณ อิมแพ็ค เอ็กซิบิชั่น เซ็นเตอร์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 219-223.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร.2558. คำแนะนำการใช้สารชีวภัณฑ์สำหรับควบคุมแมลงศัตรูพืช. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ

อัจฉรา ตันติโชดก. 2544. บีที การควบคุมแมลงศัตรูพืช. เอกสารวิชาการการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 183-203.

อิศเรส เทียนทัด. 2558. เอกสารคำแนะนำการใช้ชีวภัณฑ์บีที ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

Cunningham, G.P. and J. Harden. 1999. Sprayers to reduce spray volumes in mature citrus trees. *Crop Prot*. 18: 275-281.

Dobson and King. 2002. European journal of lipid science and technology. Available at: www.wiley online libray. Accessed on 25 April 2017

Harden, J. and Taylor, M. 1992. Droplet spectrum description and measurement. In: Harden, J.(Ed), Pesticide application and safety manual for specialist technical training In Thailand. The center for pesticide application and safety, The University of Queensland, Gatton, Australia, pp. 48-58.

King, W. J., D. Wechakit and D. N. Smith. 1996. Reduced volume spray application on durian, mango and tangerine in Thailand. NRI Technical report, UK.

Matthews, G.A. 2014. *Pesticide Application methods*. 4th Ed. Blackwell Science. 432 pp.

Miller, D.R., Stoughton, T.E., Steinke, W. E., Huddleston, E.W. and Ross, J.B. 2018. Atmospheric stability effects on pesticide drift from an irrigated orchard. Available at: http://www.prairieswine.com/pdf/2983.pdf Accessed on 23 October 2018

Punyawattoe, P. 2013. Rational insecticide application techniques for control of *Nilaparvata lugens* Stal in paddy fields. (Doctoral dissertation). Nanjing Agricultural University, People Republic of China. 119 pp.

Qin, W.C., Qiu, B.J., Xue, X.Y., Chen, C., Xu, Z.F. and Q.Q. Zhou. 2016. Droplet deposition and control effect of insecticides sprayed with an unmanned aerial vehicle against plant hoppers. *Crop Prot.* 85: 79-88.

Qin, W.C., Xue, X.Y, Zhang, S.M., Gu, W. and B.K. Wang. 2018. Droplet deposition and efficiency of fungicides sprayed with small UAV against wheat powdery mildew. *Int. J. Agric & Biol. Eng*. 11(2): 27-32

Table 1 Treatment information.

treatment	Drone 3.5	Drone 5	MKS 100
Nozzle type / number	fan type nozzle / 4 nozzles	fan type nozzle / 4 nozzles	hollow cone nozzle Ø1.5 mm. / 1 nozzle
aerosol size	166 micron	166 micron	212 micron
Nozzle flow rate (nozzle)	0.25 liter	0.25 liter	2.0 liter
Spray width	3 meter	3 meter	3 meter
Nozzle distance from the target.	2.5 meter	2.5 meter	0.5 meter
Rate/rai	3.5 liter	5 liter	100 liter
Spray system	Ultra-low volume (Less than 8 l./rai)	Ultra-low volume (Less than 8 l./rai)	Hi volume (More than 96 l./rai)

Table 2 Aerosol's density test by using a UAV.

Treatment	Spray rate (liter/rai)	Aerosol's density (pts./cm^3) 1/			
		upper level		lower level	
		upper	under	upper	under
Drone 3.5	3.5	72.2 b	41.0	41.2	31.4 a
Drone 5	5	76.6 ab	44.6	45.3	35.7 a
MKS 100	100	84.8 a	49.9	39.4	23.7 b
CV (%)		10.5	16.68	10.36	10.71

1/ The average that follows the same vertical letter does not have statistical differences with the DMRT method at 95 percent confidence level

Table 3 The residue of aerosol on the target by using a UAV.

Treatment	Spray rate (liter/rai)	The residue of aerosol on the target (µg/cm^3) 1/			
		upper level		lower level	
		upper	under	upper	under
Drone 3.5	3.5	1.21	0.93 b	0.88	0.65
Drone 5	5	1.24	1.02 ab	0.93	0.73
MKS 100	100	1.31	1.07 a	0.91	0.72
CV (%)		13.50	8.27	9.11	11.44

1/ The average that follows the same vertical letter does not have statistical differences with the DMRT method at 95 percent confidence level

Table 4 The efficacy in controlling a diamondback moth larva in kale plots at Photharam District, Ratchaburi.

Treatment	Spray rate (liter/rai)	Ai (ml./rai)	The average number of diamondback moth larvae 1/				
			before	after trt. 1st	after trt. 2nd	after trt. 3rd	after trt. 4th
Drone 3.5	3.5	300	0.42b	0.37b	0.33b	0.30b	0.25b
Drone 5	5	300	0.37b	0.32b	0.25b	0.23b	0.21b
MKS 100	100	300	0.45b	0.39b	0.33b	0.30b	0.29b
Control	-	-	0.71a	0.93a	1.07a	1.61a	1.68a
CV (%)			16.0	14.2	18.6	14.4	23.0

1/ The average that follows the same vertical letter does not have statistical differences with the DMRT method at 95 percent confidence level

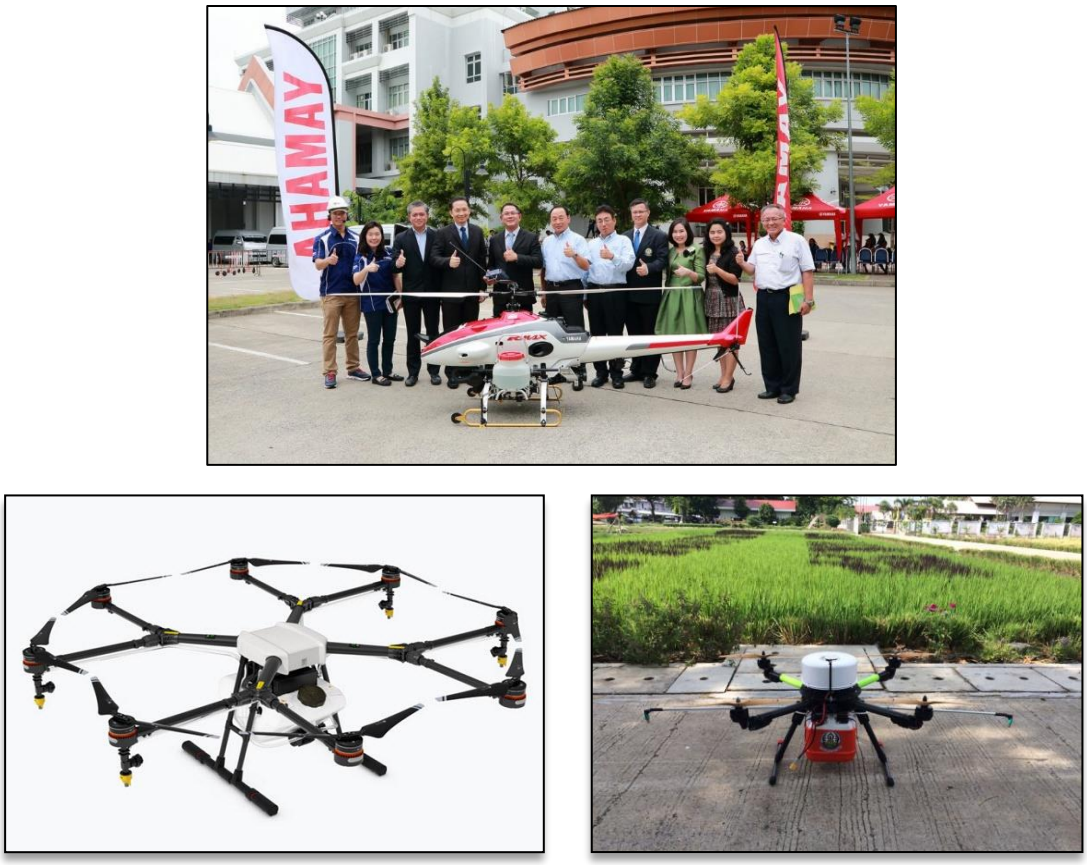


Figure 2 Left: Agricultural spraying UAV, China

Right: Biopestcide UAV, DoA Available: www.dji.com/product/mg-1 (2022)

Figure 3 The UAV developed by Agriculture Engineering Institute, Thailand

Figure 4 Knapsack sprayer

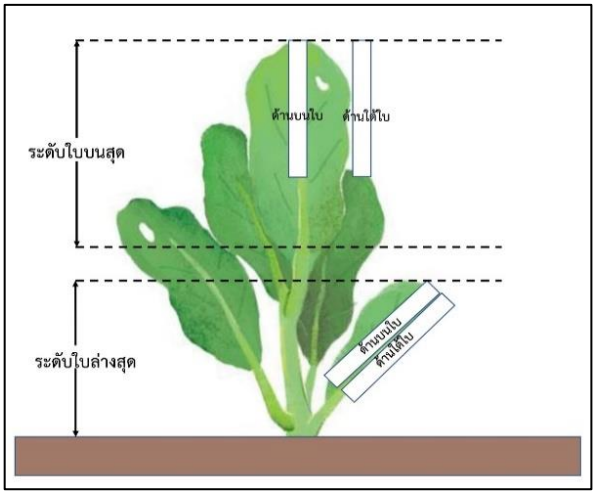


Figure 5 Sample attachment for aerosol density test

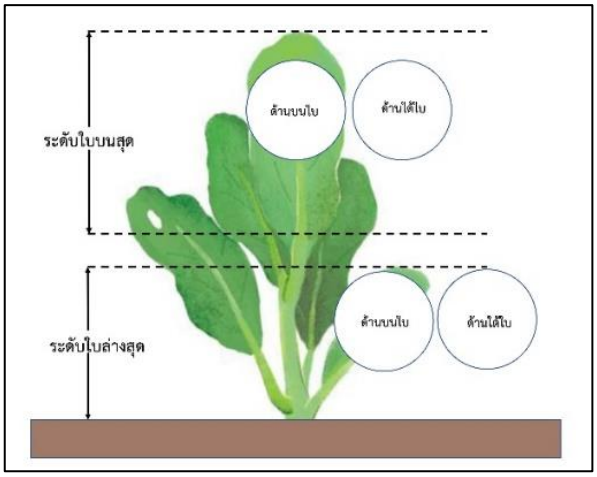


Figure 6 Sample attachment for aerosol residue test

ประสิทธิภาพการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) ในการป้องกันกำจัดศัตรูหอมแบ่ง

The Efficacy of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Controlling Onion Pests

นลินา ไชยสิงห์ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สุชาดา สุพรศิลป์
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The efficacy of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for controlling spring onion pests was investigated. The experiment was a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and five replications. Applications with UAV were at rates of 2, 3.5 and 5 liters (L)/rai (1 rai = 1,600 square meter) compared with the normal spray application (high pressure knapsack power sprayer) with a rate of 80 liters/rai, respectively. UAVs (three treatments) were sprayed at a height of 1.5 meters above the spring onion. Field studies on efficacy test and colorimetric measurements were conducted. The colorimetric method sprayed with Kingkol tartrazine color to study the average number of droplet deposition on target and off-target and concentration of droplet deposition. The field trials were carried out in Suphanburi province in June 2020. To evaluate the efficacy of spraying techniques, the effectiveness of the insecticide fipronil 5% SC (at the rate of 30 ml/20 liters of water) to control insect pests on spring onion was conducted in Tha Muang district, Kanchanaburi province between April and May 2021. From these trials, it was determined that the UAVs had proven to be equally effective as the normal spray application method to control leaf miner (*Liriomyza brassicae* Riley) in Onion. The results provide valuable information for further research on UAV pesticide application techniques and the establishment of the standard of spraying tests of UAV in crop field.

Keywords: Unmanned aerial application, spring onion**,** spray deposition,spray drift deposition

รหัสการทดลอง 03-60-63-01-01-00-02-63

บทคัดย่อ

การทดสอบผลของประสิทธิภาพการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) ในการป้องกันกำจัดศัตรูหอมแบ่ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ได้แก่กรรมวิธีพ่นด้วยเครื่อง UAV อัตราพ่น 2, 3.5 และ 5 ลิตรต่อไร่ เปรียบเทียบกับการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร อัตราพ่น 80 ลิตรต่อไร่ สำหรับการพ่นด้วยเครื่อง UAV ทั้ง 3 กรรมวิธี จะพ่นสูงจากต้นหอมแบ่งประมาณ 1.5 เมตร โดยแบ่งเป็นการทดลองทางกายภาพ และประสิทธิภาพ การทดลองทางกายภาพ พ่นด้วยสี Kingkol tartrazine 1% เพื่อเปรียบเทียบการแพร่กระจายและความหนาแน่นของละอองสาร การทดลองหาปริมาณการตกสู่เป้าหมายของละอองสาร และการทดลองหาปริมาณการตกของละอองสารบนตัวผู้พ่นสาร โดยดำเนินการในเดือนมิถุนายน 2563 และการทดสอบประสิทธิภาพด้วยสาร fipronil 5% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2564 ในแปลงหอมแบ่งของเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ทั้ง 2 การทดลอง ผลการทดลองพบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV ทุกอัตราพ่นไม่แตกต่างจากการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร ซึ่งทั้งสองการทดลองให้ผลสอดคล้องกัน จากผลการวิจัยสามารถนำไปเป็นข้อมูลเพื่อแนะนำและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรต่อไป

คำหลัก : หอมแบ่ง อากาศยานไร้คนขับ การตกค้างของละอองสาร การปลิวของละอองสาร

คำนำ

ในประเทศไทยการป้องกันกำจัดศัตรูพืชยังคงใช้แรงงานคนเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันการใช้แรงงานคนในการพ่นสารยังเป็นเรื่องยากที่จะควบคุมประสิทธิภาพในการทำงาน ตลอดจนอัตราการใช้สารที่เหมาะสม อีกทั้งยังพบความเสี่ยงในเรื่องของการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติอีกด้วย และเริ่มมีการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้กันในหลายพื้นที่ นอกเหนือจากการที่จะนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้ว พบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆ ได้แก่ การพ่นฮอร์โมน การพ่นปุ๋ยทางใบ การพ่นสารเพื่อเพิ่มความหวานในอ้อย ตลอดจนนำมาใช้ในการประเมินการขาดธาตุอาหารของพืชได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามยังคงขาดงานวิจัยในเรื่องประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับในการที่จะนำมาใช้ในการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งใช้ในการวางมาตรฐานการพ่นสารด้วยอากาศยานไร้คนขับในประเทศที่จำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานด้านวิชาการ สำหรับการออกกฎหมายควบคุมการปฏิบัติงาน รวมถึงข้อกำหนดต่างๆ เช่น การฝึกอบรมและออกใบอนุญาตจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อป้องกันปัญหาที่จะตามมาทั้งในเรื่องของประสิทธิภาพ ความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เมื่อประเทศเพื่อนบ้านหรือประเทศคู่แข่งทางการค้านำงานด้านนี้มาใช้ในเชิงพาณิชย์ในเมื่อใด อาจทำให้ประเทศไทยจะสูญเสียโอกาสในการแข่งขัน เนื่องจากต้นทุนการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สูงกว่านั่นเอง ในหอมแบ่งก็เป็นอีกพืชหนึ่งที่มีศัตรูพืชหลายชนิด และเกษตรกรใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกันเยอะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อตัวผู้พ่นได้

ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าว เพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์และแก้ไขปัญหาศัตรูพืชชนิดต่างๆ ตลอดจนเป็นการวางมาตรฐานการพ่นสารด้วยอากาศยานไร้คนขับ เพื่อเป็นคำแนะนำและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกร และใช้ในการต่อยอดเพื่อพัฒนาระบบการอารักขาพืชแม่นยำสูงซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศสู่การเกษตร 4.0 ของไทย

วิธีดำเนินการ

การทดลองนี้แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การทดลองที่ 1 การทดลองทางกายภาพ (ปี 2562) โดยการพ่นสารละลายสี Kingkol tartrazine เพื่อวัดความหนาแน่นของละอองสารและการกระจายตัวของละอองสาร การตกค้างของละอองสารบนตัวผู้พ่น การปลิว เพื่อทราบประสิทธิภาพและความปลอดภัยในตัวผู้พ่น เปรียบเทียบกรรมวิธีของเกษตรกรที่พ่นด้วยเครื่องพ่นสะพายหลังว่ามีประสิทธิภาพเทียบเท่ากันหรือไม่ การทดลองที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพ (ปี 2563) ด้วยสารฆ่าแมลงที่แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ในการทดลองนี้เลือกใช้สาร ฟิโพรนิล (fipronil) 5% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2564)

อุปกรณ์

1. แปลงหอมแบ่ง
2. หัวฉีดแบบกรวยกลวง และแบบพัด
3. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำ
4. อากาศยานไร้คนขับ (Drone)
5. สี Kingkol tartrazine 1%
6. กระดาษ chromulux และกระดาษเซลลูโลส
7. ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง
8. petri-dish
9. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
10. เครื่องวัดความเร็วลม
11. เครื่อง Spectrometer
12. เครื่องชั่ง

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองทางด้านกายภาพ ด้วยวิธี Colorimetric method

1. แผนการทดลอง ทำการทดลองในแปลงหอมแบ่งของเกษตรกร ซึ่งปลูกเป็นร่องกว้าง 1.2 เมตร ยาว 10 เมตร จำนวน 3 ร่อง เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 10 เมตร ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 2 ลิตรต่อไร่ (UAV 2)

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 3.5 ลิตรต่อไร่ (UAV 3.5)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 5 ลิตรต่อไร่ (UAV 5)

กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลัง แบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร อัตราพ่น 80 ลิตรต่อไร่ (HP 80)

สำหรับการพ่นด้วยเครื่อง UAV ทั้ง 3 กรรมวิธี จะพ่นสูงจากต้นหอมแบ่งประมาณ 1.5 เมตร

2. การวัดปริมาณความหนาแน่นและการตกค้างของละอองสารบนต้นหอมแบ่ง

ติดกระดาษ Chromolux ขนาด 1.5x10 เซนติเมตรพับครึ่งปักด้วยไม้เสียบลูกชิ้นลักษณะตั้งตรงเหมือนใบหอม พ่นสารละลายของสี Kingkol tartrazine ความเข้มข้น 300 กรัมต่อไร่ ตามกรรมวิธี ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้สารละลายของสีแห้งแล้วจึงเก็บตัวอย่าง (พฤทธิชาติ, 2562) สำหรับการเก็บตัวอย่างต้นหอมแบ่งจะทำการเก็บทุกระยะ 0.5 เมตร นับจากขอบแปลง ดังนั้นใน 1 แปลงย่อยจะเก็บทั้งหมด 8 ตำแหน่งๆ ละ 5 ต้น รวมตัวอย่างที่เก็บ 40 ต้นต่อแปลงย่อย และปักกระดาษ Chromolux จำนวนตัวอย่างเท่ากัน ต่อแปลงย่อย หลังตัดนำตัวอย่างใส่ในถุงพลาสติกที่เขียนระบุกรรมวิธี ตำแหน่งและซ้ำไว้แล้ว ปิดถุงให้สนิทและเก็บไว้ในกล่องกันแสงอุลตร้าไวโอเลตเพื่อป้องกันการสลายตัวของสี เมื่อตัวอย่างถึงห้องทดลอง นำตัวอย่างที่ได้นำมาล้างสีด้วยน้ำสะอาดปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองตะกอนแล้วดูดสารละลายของสีใส่ไว้ในหลอดแก้วขนาด 3 มิลลิลิตร ที่เขียนระบุกรรมวิธี ตำแหน่งและซ้ำไว้แล้ว จากนั้นนำไปวัดค่าความเข้มแสง (Optical density) ด้วยเครื่อง Colorimeter ที่ค่าดูดกลืนแสง 470 นาโนเมตร ซึ่งค่าที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครกรัมของสารละลายของสีต่อใบ ส่วนกระดาษ Chromolux นำไปติดบนกระดาษและนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป imaeJ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้วัดความหนาแน่นของละอองสารบนกระดาษ ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นละอองต่อตารางเซนติเมตร (droplets cm^{-2}) ของละอองสาร (พฤทธิชาติ, 2562)

<u>การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล</u>

- บันทึกสภาพอากาศขณะทำการทดลอง นำข้อมูลความหนาแน่นและการตกค้างของละอองสาร มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

3. การวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารบนร่างกายผู้ปฏิบัติงาน

การวัดปริมาณตกค้างของละอองสารบนร่างกายผู้พ่นใช้วิธีการติดแผ่นกระดาษเซลลูโลส (Patch method) (OECD, 1997) จากนั้นทำการพ่นสีทดลอง สำหรับการเก็บรักษาตัวอย่างและวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 2 ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นนาโนกรัม ของสารละลายสีที่ตกค้างที่ตำแหน่งต่างๆ บนแผ่นกระดาษเซลลูโลส

<u>การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล</u>

- ข้อมูลปริมาณการตกค้างของละอองบนแผ่นกระดาษเซลลูโลส นำข้อมูลปริมาณการตกค้างของละอองที่ตำแหน่งต่างๆ บนร่างกายผู้พ่น โดยวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม

4. การวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมาย

พ่นสารละลายของสีตามกรรมวิธี การเก็บตัวอย่างจะทำการวาง petri-dish ในระดับเดียวกับความสูงของต้นหอมแบ่งทุกระยะ 1 เมตร นับจากแนวพ่นสุดท้ายทั้งด้านเหนือลมและใต้ลม ด้านละ 9 เมตร ดังนั้นใน 1 แปลงย่อยตัวอย่างทั้งหมด 9 ตำแหน่งๆ ละ 5 อัน รวมตัวอย่างที่เก็บ 45 อันต่อแปลงย่อย สำหรับการเก็บรักษาตัวอย่างและวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 2 ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครกรัมของสารละลายต่อพื้นที่ petri-dish

<u>การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ข้อมูลปริมาณการตกค้างของละอองบน petri-dish ที่ตำแหน่งต่างๆ ทั้งด้านเหนือลมและใต้ลมและนำมา เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดศัตรูหอมแบ่ง

1. แผนการทดลอง ทำการทดลองในแปลงหอมแบ่งของเกษตรกร ขนาดแปลงย่อย ขนาดเท่ากับการทดลองทางกายภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ได้แก่

1.1 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 2 ลิตรต่อไร่ (UAV 2)

1.2 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 3.5 ลิตรต่อไร่ (UAV 3.5)

1.3 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 5 ลิตรต่อไร่ (UAV 5)

1.4 พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลัง แบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร อัตราพ่น 80 ลิตรต่อไร่ (MKS 80)

1.5 กรรมวิธีไม่พ่นสาร

สำหรับการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับทั้ง 3 กรรมวิธี จะพ่นสูงจากต้นหอมแบ่งประมาณ 1.5 เมตร ใช้หัวฉีดแบบพัด(สีส้ม)

2. การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนชอนใบด้วยสารเคมี

พ่นสารตามกรรมวิธีด้วยสารเคมีตามคำแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ในการทดลองนี้เลือกใช้สาร ฟิโปรนิล (fipronil) 5%SC ทุก 5 วัน จำนวน 3 ครั้ง ตรวจนับแมลงจากหอมแบ่ง 20 ต้น/แปลงย่อย ก่อนพ่นสารและ 5 วันหลังพ่นสารทุกครั้ง

โดยให้คะแนนระดับการทำลายของหนอนชอนใบแบ่งเป็น 5 คะแนนดังนี้

คะแนน 0 พื้นที่ใบไม่ถูกทำลาย

คะแนน 1 พื้นที่ใบถูกทำลายไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

คะแนน 2 พื้นที่ใบถูกทำลาย 16-25 เปอร์เซ็นต์

คะแนน 3 พื้นที่ใบถูกทำลาย 26-50 เปอร์เซ็นต์

คะแนน 4 พื้นที่ใบถูกทำลายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

เมื่อได้คะแนนในแต่ละกรรมวิธีแล้ว นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การทำลาย (% infestation) (% infestation) โดยใช้สูตรของ สูตรของ Townsend-Heuberger (1943)

การทำลาย (%) = $\frac{\sum (nv)}{NV} \times 100$

n = จำนวนต้นในแต่ละระดับการทำลาย v = คะแนนระดับการทำลาย

N = จำนวนต้นทั้งหมดที่สุ่มนับ V = คะแนนระดับการทำลายสูงสุด

เวลาและสถานที่

- การทดลองทางกายภาพ เดือนมิถุนายน 2563
- การทดลองประสิทธิภาพ เดือนเมษายน – พฤษภาคม 2564

ดำเนินการที่แปลงเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ทั้ง 2 การทดลอง

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทดลองด้านกายภาพ

ได้ทำการทดสอบในแปลงหอมแบ่งของเกษตรกร อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี ขนาดแปลงย่อยปลูกเป็นร่องกว้าง 1.2 เมตร ยาว 10 เมตร จำนวน 3 ร่อง เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 10 เมตร ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตรต่อ 1 แปลงย่อย เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 10 เมตร อุณหภูมิ 25 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ (RH%) เฉลี่ย 70 ± 3% และมีความเร็วลมเฉลี่ย 0.1-0.9 เมตร/วินาทีค่อนข้างคงที่ ซึ่งเป็นสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการพ่นสาร (Miller *et al*., 2018)

1.1 ความหนาแน่นและปริมาณการตกค้างของละอองสารบนหอมแบ่ง ได้ทำการทดลองที่ผลการทดลองพบว่า ในใบหอมแบ่งความหนาแน่นของละอองสารเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 76.2-86.6 ละออง/ตารางเซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกรรมวิธีพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง โดยการพ่นด้วยด้วยเครื่อง UAV อัตรา 5 ลิตร/ไร่ พบความหนาแน่นของละอองสารเฉลี่ยสูงสุด 86.6 ละออง/ตารางเซนติเมตร และพบการตกค้างบนต้นอยู่ระหว่าง 1.47-1.74 ไมโครกรัมต่อใบ โดยการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 80 ลิตร/ไร่ พบการตกค้างสูงสุด 1.83 ไมโครกรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1) ซึ่งจะเห็นว่าการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงถึงแม้จะพบการตกค้างของละอองสารสูงกว่ากรรมวิธีพ่นด้วยเครื่อง UAV แต่จำนวนละอองสารและความหนาแน่นก็ไม่ได้มากกว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV เนื่องจากเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงผลิตละอองขนาดใหญ่กว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของพฤทธิชาติ, (2562) รายงานของ Cunningham and Harden, (1999), Matthews, (2014) และ Qin et al., (2016) ที่พบว่า การพ่นสารในระบบน้ำน้อยมากที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 0.8-8 ลิตร/ไร่ ดังเช่น การพ่นด้วยเครื่อง UAV ถึงแม้สารที่ผสมในการพ่นมีความเข้มข้นสูง แต่มีลมที่ผลิตจากใบพัดของเครื่องช่วยในการนำพาละอองสารเข้าสู่เป้าหมายได้ดี เมื่อเทียบกับการพ่นแบบน้ำปานกลางที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 32-96 ลิตร/ไร่ ด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง สำหรับการทดลองนี้การใช้ปริมาณสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ในอัตราที่เท่ากันทุกกรรมวิธี แม้จะใช้อัตราพ่นที่น้อยกว่าด้วยเครื่อง UAV หรือจะใช้ในอัตราที่สูงด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง ก็ไม่ได้ทำให้ผลการตกค้างของละอองสารต่างกัน แต่การพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบ

แรงดันน้ำ สูงที่ผลิตละอองสารที่มีขนาดโตมากกว่า 200 ไมครอน เมื่อละอองสารไปปะทะกับส่วนใดส่วนหนึ่งบนต้นข้าวแล้วจะเกิดการรวมตัวของละอองสารและไหลลงสู่พื้นดินได้ง่าย ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การพ่นในอัตราที่สูงแล้วพบการตกค้างของละอองสารบนเป้าหมายไม่ต่างจากการพ่นในอัตราพ่นที่ต่ำกว่า

1.2 และการศึกษาการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมายด้วยวิธี Colorimetric method

การปลิวของละอองสารจากการพ่นด้วยอัตราต่างๆ ด้วยเครื่องพ่น UAV ที่ความสูงจากเหนือหอมแบ่ง 1.5 เมตร โดยพ่นที่ความเร็วลมต่างกันคือ ที่ความเร็วลมไม่เกิน 1 เมตร/วินาที (ลมขณะทดลอง 0.1-0.9 เมตร/วินาที) (ตารางที่ 2) และความเร็วลมในช่วง 1-2 เมตร/วินาที (ลมขณะทดลอง 1.3-1.7 เมตร/วินาที) (ตารางที่ 3) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการพ่นของเกษตรกรที่พ่นในลักษณะการเดินส่ายก้านฉีดไปด้านหน้า ผลการทดลองพบว่า การพ่นด้วยเครื่อง UAV ที่ความสูงเหนือหอมแบ่ง 1.5 เมตร ความเร็วลมไม่เกิน 1 เมตร/วินาที การปลิวของละอองสารนอกเป้าหมายสามารถวัดได้ไกลที่สุดที่ระยะ 4 เมตร ในขณะที่การพ่นด้วยกรรมวิธีของเกษตรกรปลิวไกลที่สุดที่ระยะ 3 เมตร ส่วนการพ่นที่ความเร็วลม 1-2 เมตร/วินาที พบว่าการปลิวของละอองสารนอกเป้าหมายสามารถวัดได้ไกลที่สุดเหนือลมที่ระยะ 2 เมตร และใต้ลมที่ระยะ 8 เมตร ในขณะที่การพ่นด้วยกรรมวิธีของเกษตรกรปลิวไกลที่สุดเหนือลมที่ระยะ 2 เมตร และใต้ลมที่ระยะ 5 เมตร สอดคล้องกับผลการทดลองของ (Xue et al., 2014) ที่พบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV สูงจากต้นข้าวประมาณ 3 เมตร ที่ความเร็วลมในพื้นที่ต่ำกว่า 1 เมตร/วินาที พบการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมายระยะไกลที่สุดไม่เกิน 4 เมตร จากแนวพ่นสุดท้าย และการทดลองของ การทดลองของ พฤทธิชาติ (2562ก) ที่พบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV สูงจากต้นข้าวประมาณ 2 เมตร ที่ความเร็วลมในพื้นที่ต่ำ กว่า 1 เมตร/วินาที พบการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมายระยะไกลที่สุดไม่เกิน 4 เมตร จากแนวพ่นสุดท้าย ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าความเร็วลมในขณะพ่นมีผลต่อการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมายเป็นอย่างมาก ดังนั้นการพ่นด้วยเครื่อง UAV จึงไม่ควรพ่นสารในขณะลมแรง

1.3 การวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารบนร่างกายผู้ปฏิบัติงาน (ตารางที่ 4)

ปริมาณการตกค้างของละอองสารที่ตรวจวัดได้บนร่างกายผู้ปฏิบัติงาน พบว่ามีเพียงกรรมวิธีพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงที่พบการตกค้างบนร่างกายของตัวผู้พ่น ซึ่งพบเฉลี่ย 158 ±39.0 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบสูงสุดในบริเวณหน้าแข้งซึ่งพบเฉลี่ย 46.7-57.3 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับความสูงของพืชที่พ่นและสอดคล้องกับการทดลองของนลินา (2558) ในการศึกษาอัตราการพ่นสารที่เหมาะสมด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำในไม้พุ่มขนาดเล็กโดยใช้ผักชีฝรั่งเป็นตัวแทนซึ่งเป็นพืชที่มีความสูงไม่แตกต่างกันจึงพบการตกค้างของละอองสารมากสุดในจุดเดียวกัน ส่วนในส่วนบนของร่างกายพบน้อยกว่า และไม่พบที่หลัง ซึ่งในขณะทดลองไม่ได้มีการรั่วซึมของถังหรือน้ำยาหกจึงไม่พบสารที่หลังของผู้พ่น ส่วนการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ ไม่พบการตกค้างของละอองสารบนตัวผู้ปฏิบัติงานเลย ทั้งนี้เนื่องจากขณะพ่นได้

ทำตามคำแนะนำคืออยู่ห่างจากจุดพ่นสารอย่างน้อย 20 เมตร จึงทำให้ไม่พบการตกค้างของละอองสารบนตัวผู้พ่นและในขณะพ่นความเร็วลมไม่เกิน 1 เมตร/วินาที ซึ่งจากตารางที่ 2 จะเห็นว่าการปลิวของละอองสาร ไม่เกิน 4 เมตร ทำให้ละอองไม่สามารถปลิวมาถึงผู้พ่นได้

2. การทดลองด้านประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดหนอนชอนใบในหอมแบ่ง (ตารางที่ 5)

ทดสอบประสิทธิภาพของสาร fipronil 5% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในแปลงหอมแบ่งของเกษตรกร อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2564 โดยมีพื้นที่เท่ากับการทดลองทางกายภาพ ได้ผลการทดลองดังนี้

ก่อนพ่นสาร พบว่าทุกกรรมวิธีมีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 5.38-7.63% แตกต่างกันทางสถิติจึงทำการวิเคราะห์ด้วย Analysis of Covariance

หลังพ่นสารครั้งที่ 1 พบว่ากรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 2 ลิตร/ไร่ มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 7.25% น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารอัตราอื่นและกรรมวิธีไม่พ่นสารที่มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 14.63-16.63% กรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 3.5, 5 ลิตร/ไร่ กรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง อัตรา 80 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีไม่พ่นสารมีการทำลายของหนอนชอนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หลังพ่นสารครั้งที่ 2 พบว่าทุกกรรมวิธีพ่นสารมีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 11.38-17.38% น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 31.25% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารพบว่ากรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 2 ลิตร/ไร่ มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 11.38% น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 3.5 ลิตร/ไร่ และกรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง อัตรา 80 ลิตร/ไร่ ที่มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 16.25 และ 17.38% ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 5 ลิตร/ไร่ ที่มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 14.25%

หลังพ่นสารครั้งที่ 3 พบว่าทุกกรรมวิธีพ่นสารมีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 6.50-14.25% น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 25.38% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารพบว่ากรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 2, 3.5 และ 5 ลิตร/ไร่ มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 14.25, 11.38 และ 6.50% ไม่แตกต่างทางสถิติกับพ่นสารด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง อัตรา 80 ลิตร/ไร่ ที่มีการทำลายของหนอนชอนใบเฉลี่ย 8.50% และกรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 2 ลิตร/ไร่ มีการทำลายของหนอนชอนใบน้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 3.5 และ 5 ลิตร/ไร่

จากผลการทดลองพบว่า การทดลองด้านประสิทธิภาพสอดคล้องกับทดลองด้านกายภาพทั้งในด้านของความหนาแน่นของละอองสาร การตกค้างของละอองสารว่าการพ่นสารด้วยเครื่อง UAV ทุกอัตรา ให้ประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 80 ลิตร/ไร่

ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ พฤทธิชาติ (2562ข) ในการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่อง cold fogger ในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้ พบว่าการพ่นสารในปริมาณสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ที่เท่ากันในทุกกรรมวิธี แม้จะใช้อัตราพ่นที่น้อยกว่ากรรมวิธีของเกษตรกร ไม่ได้ทำให้ผลของประสิทธิภาพต่างกัน และการทดลองของ พฤทธิชาติ (2562ก) ในการทดสอบประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) สำหรับการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในข้าวสารในระบบน้ำน้อยมาก สารป้องกันกำาจัดโรคพืชที่ผสมในการพ่นด้วยเครื่องชนิดนี้จึงมีความเข้มข้นสูงเมื่อเทียบกับการผสมสารพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร ดังนั้น เมื่อพ่นสารในอัตราของสารออกฤทธิ์ที่เท่ากันในพื้นที่ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำาจัดไม่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดในหนอนชอนใบหอมแบ่ง (ตารางที่ 6)

พบว่าทุกกรรมวิธีพ่นสารด้วยเครื่องพ่นสาร UAV มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนชอนใบในหอมแบ่งใกล้เคียงกับการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง อัตรา 80 ลิตร/ไร่

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากผลการทดลองพบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV ทุกอัตราพ่นไม่แตกต่างจากการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร ซึ่งทั้งสองการทดลองทั้งการทดลองทางกายภาพและประสิทธิภาพให้ผลสอดคล้องกัน โดยการพ่นด้วยเครื่อง UAV ทั้ง 3 อัตรา มีการตกค้างของละอองสารไม่แตกต่างจากกรรมวิธีของเกษตรกร การปลิวบนพื้นที่นอกเป้าหมายพบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV ปลิวได้ไกลกว่าการพ่นด้วยกรรมวิธีของเกษตรทั้งนี้ความเร็วลมมีผลต่อการปลิวมาก โดยลมไม่เกิน 1 เมตร/วินาทีปลิวไกลสุด 4 เมตร ซึ่งปลิวไกลกว่าเกษตรกร 1 เมตร แต่ถ้าความเร็วลม 1-2 เมตร ด้านใต้ลมสามารถปลิวได้ไกลถึง 8 เมตร ซึ่งไกลกว่ากรรมวิธีของเกษตรกรถึง 3 เมตร ดังนั้นการพ่นด้วยเครื่อง UAV เกษตรกรผู้พ่นไม่ควรพ่นในขณะลมแรง ส่วนการตกค้างบนตัวผู้พ่นพบว่าในการพ่นด้วยเครื่อง UAV ตามคำแนะนำคืออยู่ห่างจากจุดพ่นสารอย่างน้อย 20 เมตร ไม่พบการตกค้างบนตัวผู้พ่น ทำให้มีความปลอดภัยต่อตัวผู้พ่นมากกว่าการพ่นด้วยกรรมวิธีของเกษตรกรที่พบการตกค้างของละอองสาร ส่วนการทดลองทางด้านประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนชอนใบหอมพบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV ทั้ง 3 อัตรามีประสิทธิภาพเทียบเท่าการพ่นด้วยกรรมวิธีของเกษตรกร จากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลเพื่อแนะนำและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร นลินา ไชยสิงห์ และสุชาดา สุพรศิลป์. 2562ก. ประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) สำหรับการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในข้าว. วารสารวิชาการเกษตร. 37(1): 27-36.

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท นลินา ไชยสิงห์ สุชาดา สุพรศิลป์ สนธยา สำเภาทอง. 2562ข. ประสิทธิภาพของเครื่อง cold fogger ในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้. แก่นเกษตร. 47(5): 891-900.

Cunningham, G.P. and J. Harden. 1999. Sprayersto reduce spray volumes in mature citrus trees. *Crop Prot*. 18: 275-281.

Matthews, G.A. 2014. *Pesticide Application methods*. 4th Ed. Blackwell Science. 432 pp.

Miller, D.R., T.E. Stoughton, W. E. Steinke,E.W. Huddleston and J. B. Ross. Atmospheric stability effects on pesticide drift from an irrigated orchard. Available at: http://www.prairieswine.com/pdf/2983.pdf. Accessed: 23 Oct, 2018

OECD, (The Organization for Economic Co-operation and Development), 1997. Guidance document for the conduct of studies of occupational exposure to pesticides during agricultural application. Environmental Health and Safety Publications Series on Testing and Assessment No 9 OCDE/GD(97)148y,OECD, Paris, France.

Qin, W.C., B.J., Qiu, X.Y. Xue, C. Chen, Z.F.Xu, and Q.Q. Zhou. 2016. Droplet deposition and control effect of insecticides sprayed with an unmanned aerial vehicle against plant hoppers. *Crop Prot.* 85: 79-88.

Townsend G.R. and J.W. Heuberger. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Dis. Rep. 27:340-343.

Xue, X., K. Tu, W. Qin, Y. Lan, and H. Zhang. 2014. Drift and deposition of ultra-low altitude and low volume application in paddy field. Int. J. Agric. Biol. Eng. 7: 23–28.

Table 1 Means of droplet density (droplets cm^{-2}) and average spray deposition (μ g/leaf) on onion.

Treatment	Application rate (l/Rai of water)	droplet density (droplets cm-2)	Average spray deposition (μ g/leaf)
1. Drone	2	76.2	1.47
2. Drone	3.5	80.4	1.59
3. Drone	5	86.6	1.74
4. Motor knapsack sprayer	80	78 .2	1.83

Table 2 Average spray drift deposition among spray application techniques at different evaluation zones (Wind less than 1 m/s).

Treatment	Application rate (l/Rai of water)	Evaluation zone (m from last swath width)									
		Spray drift deposition (µg/cm2)									
		Upwind (m)					Downwind (m)				
		1	2	3	4	5-9	1	2	3	4	5-9
1. Drone	2	1.02	0.4	0.05	-[1/]	-	1.15	0.65	0.2	0.05	-
2. Drone	3.5	1.47	0.52	0.08	-	-	1.41	0.34	0.12	0.03	-
3. Drone	5	1.54	0.63	0.75	0.01	-	1.86	0.98	0.31	0.2	-
4. Motor knapsack sprayer	80	1.23	0.3	-	-	-	0.54	0.21	0.04	-	-

[1/]Not detected.

Table 3 Average spray drift deposition among spray application techniques at different evaluation zone (Wind 1-2 m/s).

Treatment	Application rate (l/Rai of water)	Evaluation zone (m from last swath width)																	
		Spray drift deposition (µg/cm2)																	
		Upwind (m)									Downwind (m)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Drone 2	2	1.20	0.10	-[1/]	-	-	-	-	-	-	1.27	1.25	1.2	0.7	0.3	0.04	0.04	0.02	-
2. Drone 3.5	3.5	0.15	-	-	-	-	-	-	-		1.52	1.33	1.02	0.6	0.44	0.08	0.05	0.01	-
3. Drone 5	5	0.24	-	-	-	-	-	-	-		1.73	1.31	1.2	0.83	0.45	0.32	0.06	0.03	-
4. Motor knapsack sprayer 80	80	1.42	0.50	-	-	-	-	-	-	-	0.85	0.50	0.31	0.08	0.01	-	-	-	-

[1/]Not detected.

Table 4 Mean of dye tracer (ng cm^{-2}) detected from cellulose patches on onion on different spray application techniques.

Mean of dye tracer (ng cm-2) detected from cellulose patches on different spray application techniques[1/]	Treatment			
	Drone 2	Drone 3.5	Drone 5	MKS 80
1. Shin Right	-[2/]	-	-	57.3 ± 7.1
2. Shin left	-	-	-	46.7 ± 10.3
3. Thigh Right	-	-	-	9.1 ± 1.0
4. Thigh left	-	-	-	7.5 ± 1.3
5. Belly Right	-	-	-	5.1 ± 2.5
6. Belly left	-	-	-	5.0 ± 4.0
7. Chest Right	-	-	-	0.9 ± 1.2
8. Chest left	-	-	-	1.0 ± 5.1
9. Upper Arm Right	-	-	-	9.1 ± 2.4
10. Upper Arm left	-	-	-	8.0 ± 0.2
11. Hand Right	-	-	-	4.0 ± 0.9
12. Hand left	-	-	-	3.2 ± 2.5
13. Face	-	-	-	1.0 ± 0.2
14. Forehead	-	-	-	0.6 ± 0.3
15. Back	-	-	-	-
Total	-	-	-	158.5 ± 39

[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/] 1 = Shin Right 2 = Shin left 3 = Thigh Right
4 = Thigh left 5 = Belly Right 6 = Belly left
7 = Chest Right 8 = Chest left 9 = Upper Arm Right
10 = Upper Arm left 11 = Hand Right 12 = Hand left
13 = Face 14 = Forehead 15 = Back

Table 5 Efficacy the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for controlling Leaf miner (Liriomyza brassicae Riley in Onion at Tha Muang District, Kanchanaburi Province, April-May 2020.

Treatment	Application rate (l/Rai of water)	Before app.	After app.		
			1st	2nd	3th
T1 Drone	2	5.38 a	7.25 a	11.38 a	14.25 b
T2 Drone	3.5	6.13 ab	14.63 b	16.25 b	11.38 b
T3 Drone	5	7.13 ab	15.50 b	14.25 ab	6.50 a
T4 MKS	80	7.63 b	16.63 b	17.38 b	8.50 ab
T5 control		6.13 ab	15.50 b	31.25 c	25.38 c
CV (%)		16.80	24.7	16.5	29.0
R.E.(%)					

Table 6 Efficacy percentage of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for controlling Leaf miner (Liriomyza brassicae Riley in Onion at Tha Muang District, Kanchanaburi Province, April-May 2020.

treatment	Application rate	after app. (%)		
		1st	2nd	3th
T1 Drone	2	46.71	22.15	54.18
T2 Drone	3.5	5.61	44.91	13.77
T3 Drone	5	14.03	54.40	43.84
T4 MKS	80	13.80	48.16	39.78

ประสิทธิภาพการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) ในการป้องกันกำจัดไรแดงหม่อนศัตรูมันสำปะหลัง

The Efficacy of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Controlling Mulberry Red Mite in Cassava

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร สุภางคณา ถิรวุธ
นลินา ไชยสิงห์ สุชาดา สุพรศิลป์
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The efficacy of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for control of mulberry red mite in cassava was investigated in Kanchanaburi province from October 2019 to September 2021. A field study was conducted on a cassava plantation (80 days after planting) using the colorimetric method to compare the spray deposition under actual working conditions. Application with the UAVs at the rate of 3, 4, and 5 L/rai and the normal spray application by using a spray lance at the rate of 60 L/rai – were evaluated. The results indicated that the UAVs that provided spray deposition did not differ when compared with the spray lance technique. To evaluate the bio-efficacy of spraying techniques, the effect of the insecticide for mulberry red mite when treated with spiromesifen 24% SC was determined in Tha Muang and Dan Makham Tia districts at a dose of 30 ml/rai. From these trials, it was found that the UAVs at 3, 4, and 5 L/rai proved equally effective to control mulberry red mite as the normal spray application method. The results can provide valuable information for the research of UAV pesticide application techniques and the establishment of the standard of spraying tests of UAVs in the crop fields.

Keywords : Unmanned Aerial Vehicle, spray deposition, mulberry red mite

รหัสการทดลอง 03-60-63-01-01-00-03-63

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพื่อป้องกันกำจัดไรแดงหม่อน ศัตรูมันสำปะหลัง ดำเนินการทดสอบในแปลงมันสำปะหลังที่ จ. กาญจนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2562- กันยายน พ.ศ. 2564 ด้วยวิธี Colorimetric method ในมันสำปะหลังอายุ 80 วัน เพื่อเปรียบเทียบการตกค้างของละอองสารบนใบมันสำปะหลัง โดยมีกรรมวิธีการพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตราพ่น 3, 4 และ 5 ลิตร/ไร่ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการพ่นของเกษตรกรด้วยก้านพ่นแบบปรับมุมด้านท้ายที่อัตราพ่น 60 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการพ่นสารด้วยเครื่อง UAV มีการตกค้างของละอองสารบนใบมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นของเกษตรกร นอกจากนี้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรแดงหม่อนด้วยเครื่องดังกล่าว โดยการพ่นสาร spiromesifen 24% SC (โอเบรอน) ที่อัตรา 30 มิลลิลิตร/ไร่ ในแปลงมันสำปะหลัง 2 แปลงทดลองที่ อ. ท่าม่วง และ อ. ด่านมะขามเตี้ย จ. กาญจนบุรี ผลการทดลองสอดคล้องกันทั้ง 2 แปลง โดยพบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV ที่อัตราพ่น 3, 4 และ 5 ลิตร/ไร่ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรแดงหม่อนเทียบเท่ากับวิธีการพ่นของเกษตรกร ผลจากการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและเป็นการสร้างมาตรฐานเพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยเครื่องอากาศยานไร้คนขับ

คำหลัก : อากาศยานไร้คนขับ, การตกค้างของละอองสาร, ไรแดงหม่อน

คำนำ

มันสำปะหลัง นับเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย ผลผลิตใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ มันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลัง ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ส่งจำหน่ายต่างประเทศ สร้างรายได้ไม่น้อยกว่าปีละ 8 หมื่นล้านบาท ประเทศไทยเป็นประเทศส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก สร้างรายได้ไม่น้อยกว่าปีละ 8 หมื่นล้านบาท ประเทศคู่ค้าสำคัญได้แก่ จีน ที่นำไปผลิตแอลกอฮอล์และเอทานอล เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชปลูกง่ายและทนทานต่อสภาพความแห้งแล้ง จึงมีการปลูกกระจายทั่วประเทศ (กรมวิชาการเกษตร, 2563) ในปี 2564 มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศกว่า 10 ล้านไร่ ผลผลิตรวมมากกว่า 35 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565)

อย่างไรก็ตามการปลูกมันสำปะหลังมีศัตรูพืชสำคัญหลายชนิด โดยหนึ่งในศัตรูพืชที่สำคัญและสร้างความเสียหายกับมันสำปะหลังในทุกพื้นที่ของประเทศ ได้แก่ ไรแดงหม่อน หรือไรแดงมันสำปะหลัง (Mulberry red mite *: Tetranychus truncatus Ehara*) ไรชนิดนี้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่ที่บริเวณใต้ใบและสร้างเส้นใยอยู่เหนือผิวใบบริเวณที่ไรดูดทำลายอยู่ ผลของการดูดกินน้ำเลี้ยงของไรตรงบริเวณใต้ใบ มีผลทำให้หน้าใบเกิดจุดประด่างขาว โดยเฉพาะตามแนวเส้นใบ ต่อมาขยายแผ่กว้างขึ้น ทำให้หน้าใบทั้งหมดมีสีขาวซีด ใบกระด้าง กรอบ หากระบาดรุนแรง ใบร่วงหลุดจากต้น (พิเชฐ และคณะ, 2553)

การป้องกันกำจัดส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมใช้สารเคมี เนื่องจากเป็นวิธีการหนึ่งที่ปฏิบัติได้ง่าย สะดวก และแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับวิธีการป้องกันกำจัดวิธีการอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีทักษะในการพ่นสาร ปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ในการพ่นสาร ตลอดจนปัญหาการปนเปื้อนและอันตรายจากการปฏิบัติงาน เป็นแรงกระตุ้นให้เกษตรกร ผู้รับจ้างพ่นสาร บริษัทเคมีเกษตรต่าง ๆ สนใจในการนำเครื่องพ่นสารชนิดใหม่ ๆ เข้ามาเพื่อทดแทนวิธีการพ่นสารแบบเดิม

ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) เป็นเครื่องพ่นสารอีกชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ และเข้ามามีบทบาทในการนำมาใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด (Xue *et al*., 2008; Qin *et al*., 2018) สำหรับในประเทศไทยได้เริ่มมีผู้ประกอบการเคมีเกษตร เกษตรกร และผู้รับจ้างพ่นสารหลายรายนำเครื่องพ่นชนิดนี้เข้ามาใช้ในการพ่นสารเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชในพืชหลายชนิด เช่น ในข้าว อ้อย และพืชผัก เป็นต้น (Punyawattoe *et al*., 2021a; 2021b) อย่างไรก็ตามยังคงขาดข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัดไรแดงหม่อน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอัตราพ่นที่เหมาะสมจากการพ่นด้วยเครื่อง UAV เปรียบเทียบกับวิธีการพ่นของเกษตรกร โดยใช้การทดสอบทางกายภาพด้วยวิธี Colorimetric method รวมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยสารป้องกันกำจัดไรแนะนำ โดยข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้เพื่อเป็นคำแนะนำอัตราพ่นที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดไรแดงหม่อนจากการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง UAV ยี่ห้อ DJI รุ่น AGRAS T10, DJI Co., Ltd., ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ขนาดความจุถัง 10 ลิตร ติดตั้งคานหัวฉีดโดยใช้หัวฉีดแบบพัด XR11001 จำนวน 4 หัว (**Figure 1**)
2. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง ยี่ห้อ Maruyama รุ่น MS 073D, Maruyama Co., Ltd., ประเทศญี่ปุ่น ขนาดความจุถัง 25 ลิตร ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายความยาว 70 เซนติเมตร (**Figure 2**)
3. แปลงมันสำปะหลังอายุประมาณ 80 วัน
4. สี Kingkol tartrazine
5. สาร spiromesifen 24% SC
6. ไม้ปลักแปลง และอุปกรณ์ตวงสาร
7. ชุดและอุปกรณ์ป้องกันอันตราย

วิธีการ

1. การวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารบนใบมันสำปะหลังด้วยวิธี Colorimetric method

1.1 เตรียมแปลงทดลองและแผนการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงมันสำปะหลังของเกษตรกร อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี ในมันสำปะหลังอายุ 80 วัน โดยแบ่งแปลงทดลองเป็นแปลงย่อยขนาด 8 x 15 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 15 เมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 3 ลิตร/ไร่ (UAV 3)

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 4 ลิตร/ไร่ (UAV 4)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 5 ลิตร/ไร่ (UAV 5)

กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร อัตราพ่น 60 ลิตร/ไร่ (MKS 60)

ในการทดลองนี้การพ่นด้วยเครื่อง UAV ทั้ง 3 กรรมวิธี บินพ่นสูงจากต้นมันสำปะหลังประมาณ 2 เมตร ส่วนการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงจะพ่นโดยยกก้านฉีดสูงจากต้นมันสำปะหลังประมาณ 0.5 เมตร ซึ่งเป็นการปฏิบัติของเกษตรกร สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีได้แสดงไว้ใน **Table 1** ก่อนทำการทดลองจะตรวจวัดสภาพอากาศ ได้แก่ ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้น

1.2 การวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารบนใบมันสำปะหลัง

การทดลองนี้ใช้สารละลายของสี Kingkol tartrazine เป็นตัวแทนสารป้องกันกำจัดไรในอัตรา 300 กรัม/ไร่ หลังพ่นสารละลายของสีตามกรรมวิธี ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้สารละลายของสีแห้งแล้วจึงเก็บตัวอย่าง สำหรับการเก็บตัวอย่างใบมันสำปะหลังจะสุ่มเก็บ 10 ต้น/แปลงย่อย โดยใน 1 ต้น จะสุ่มเก็บใบบริเวณด้านบนทรงพุ่มจำนวน 5 ใบ (จุดที่พบการระบาดของไรแดงหม่อน) หลังตัดใบนำตัวอย่างใบใส่ในถุงพลาสติกที่เขียนระบุกรรมวิธี ปิดถุงให้สนิทและเก็บไว้ในกล่องกันแสงอัลตราไวโอเลตเพื่อป้องกันการสลายตัวของสี เมื่อตัวอย่างถึงห้องทดลอง นำตัวอย่างที่ได้นำมาล้างสีด้วยน้ำสะอาดปริมาตร 30 มิลลิลิตร/ใบ ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองตะกอนแล้วดูดสารละลายของสีใส่ไว้ในหลอดแก้วขนาด 3 มิลลิลิตร ที่เขียนระบุกรรมวิธี จากนั้นนำไปวัดค่าความเข้มแสง (Optical density) ด้วยเครื่อง Colorimeter ที่ค่าดูดกลืนแสง 470 นาโนเมตร ซึ่งค่าที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครกรัมของสารละลายของสีต่อใบ

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- ข้อมูลการตกค้างของละอองสาร

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

- นำข้อมูลการตกค้างของละอองสารที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

2. การทดสอบประสิทธิภาพจากการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับในการป้องกันกำจัดไรแดงหม่อน

ทำการทดลองในแปลงมันสำปะหลังของเกษตรกร อ. ท่าม่วง และ อ. ด่านมะขามเตี้ย จ. กาญจนบุรี ในมันสำปะหลังอายุ 80 วัน โดยแบ่งแปลงทดลองเป็นแปลงย่อยขนาด 8 x 15 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 15 เมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 3 ลิตร/ไร่ (UAV 3)

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 4 ลิตร/ไร่ (UAV 4)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ อัตราพ่น 5 ลิตร/ไร่ (UAV 5)

กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร อัตราพ่น 60 ลิตรต่อไร่ (MKS 60)

กรรมวิธีที่ 5 กรรมวิธีไม่พ่นสาร

การพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับทั้ง 3 กรรมวิธี บินพ่นสูงจากต้นมันสำปะหลังประมาณ 2 เมตร ส่วนการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงจะพ่นสูงจะพ่นโดยยกก้านฉีดสูงจากต้นมันสำปะหลังประมาณ 0.5 เมตร ซึ่งเป็นการปฏิบัติของเกษตรกร

การปฏิบัติจะทำการสำรวจแปลงมันสำปะหลังที่พบการระบาดของไรแดงหม่อน โดยก่อนการพ่นสาร ทำการสุ่มเก็บใบมันสำปะหลังจำนวน 10 ใบ/แปลงย่อย เพื่อนำมานับจำนวนไรแดงหม่อน เมื่อพบการระบาดพ่นสาร spiromesifen 24% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/ไร่ จำนวน 1 ครั้ง ทำการตรวจนับจำนวนไรแดงหม่อนหลังพ่นสาร 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- บันทึกจำนวนไรแดงหม่อน ก่อนและหลังการพ่นสาร
- บันทึกผลกระทบของสารทดลองที่มีต่อต้นมันสำปะหลัง (phytotoxicity)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

- นำข้อมูลจำนวนไรแดงหม่อน ก่อนและหลังการพ่นสารมาวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

เวลาและสถานที่

ทำการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2562 - เดือนกันยายน 2564 ณ ห้องปฏิบัติงานกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และแปลงเกษตรกรใน อ. ท่าม่วง และ อ. ด่านมะขามเตี้ย จ. กาญจนบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารบนใบมันสำปะหลังด้วยวิธี Colorimetric method

ระหว่างทำการทดลองความเร็วลมมีค่าค่อนข้างคงที่คือมีความเร็วลมเฉลี่ย 0.1-0.5 เมตร/ต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 26 ± 1 ˚C และความชื้นสัมพัทธ์ (RH %) มีค่าเฉลี่ย 70 ± 2% ซึ่งเป็นสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการพ่นสาร (Miller *et al*., 2018)

จากการทดลองพบการตกค้างของละอองสารบนใบมันสำปะหลังจาก 4 กรรมวิธีเฉลี่ย 2.85, 2.82, 3.07 และ 3.27 ไมโครกรัม/ใบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี **(Table 2)** ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Matthews *et al*., (2014), Xue *et al*., (2014), Qin *et al*., (2016) และ Punyawattoe *et al*., (2021a) ที่พบว่าการพ่นสารในระบบน้ำน้อยมากที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 0.8-8 ลิตร/ไร่ ดังเช่น การพ่นด้วยเครื่อง UAV เมื่อเทียบกับการพ่นแบบน้ำปานกลางที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 32-96 ลิตร/ไร่ ด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง ในกรณีที่ใช้ปริมาณสารทดลองในอัตราเดียวกัน แม้จะใช้อัตราพ่นที่น้อยกว่าแต่ก็ไม่มีความแตกต่างในเรื่องการตกค้างของละอองสาร นอกจากนี้การพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงส่วนใหญ่ละอองสารที่ผลิตจากหัวฉีดจะมีขนาดใหญ่มากกว่า 200 ไมครอน ซึ่งขนาดละอองดังกล่าวเมื่อไปปะทะกับส่วนใดส่วนหนึ่งบนใบพืชจะเกิดการรวมตัวของละอองสารและไหลลงสู่พื้นดินได้ง่าย (run off) จึงทำให้การตกค้างของละอองสารที่อยู่บนใบลดลง จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การพ่นในอัตราที่สูงด้วยระบบการพ่นแบบน้ำปานกลางพบการตกค้างของละอองสารบนเป้าหมายไม่แตกต่างจากการพ่นในอัตราพ่นที่ต่ำกว่าด้วยระบบการพ่นแบบน้ำน้อยมาก

2. การทดสอบประสิทธิภาพจากการพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับในการป้องกันกำจัดไรแดงหม่อน

ในแปลงทดลองที่ 1 อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี ผลการทดลองพบว่าก่อนพ่นสารพบไรแดงหม่อนเฉลี่ย 78.61-94.93 ตัว/10 ใบ ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี หลังพ่นสาร 14 วัน ทุกกรรมวิธีที่มีการพ่นสารมีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 0.16-0.34 ตัว/10 ใบ ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารที่มีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 48.16 ตัว/10 ใบ **(Table 3)**

สำหรับผลการทดลองในแปลงที่ 2 อ. ด่านมะขามเตี้ย จ. กาญจนบุรี ผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองในแปลงที่ 1 โดยก่อนพ่นสารพบไรแดงหม่อนเฉลี่ย 60.52-73.09 ตัว/10 ใบ ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี หลังพ่นสาร 14 วัน ทุกกรรมวิธีที่มีการพ่นสารมีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 0.19-0.42 ตัว/10 ใบ ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารที่มีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 62.60 ตัว/10 ใบ **(Table 4)**

การพ่นสารด้วยเครื่อง UAV เป็นการพ่นสารในระบบน้ำน้อยมาก สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ผสมในการพ่นด้วยเครื่องชนิดนี้จึงมีความเข้มข้นสูงเมื่อเทียบกับการผสมสารพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบ

แรงดันน้ำสูงของเกษตรกร ดังนั้นเมื่อพ่นสารในอัตราของสารออกฤทธิ์ที่เท่ากันในพื้นที่ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Xue *et al*., (2013) ซึ่งทดสอบประสิทธิภาพของการป้องกันกำจัดหนอนห่อใบข้าวโดยใช้เครื่อง UAV กับสาร chlorpyrifos 40% SC เปรียบเทียบกับเครื่องพ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร จากการทดลองไม่พบความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพระหว่างกรรมวิธี

Lou *et al*., (2018) รายงานประสิทธิภาพในการพ่นสารเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนและไรแมงมุมในฝ้ายจากการพ่นด้วยเครื่อง UAV อัตราพ่น 12 ลิตร/เฮกแตร์ โดยพ่นที่ความสูงเหนือต้นฝ้าย 2 เมตร เปรียบเทียบกับการพ่นด้วยคานหัวฉีดอัตราพ่น 450 ลิตร/เฮกแตร์ โดยใช้สารในอัตราเดียวกัน ได้แก่ สาร acetamiprid 20% WP, spirodiclofen 24% SC และ avermectin 5% EC อัตรา 60, 72 และ 22.5 กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกแตร์ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนและไรแมงมุมดีกว่าการพ่นด้วยคานหัวฉีด

นอกจากนี้ Punyawattoe *et al*., (2021b) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนห่อใบข้าว และโรคเมล็ดด่างด้วยเฮลิคอปเตอร์อัตราพ่น 8 และ 16 ลิตร/เฮกแตร์ เปรียบเทียบกับการพ่นด้วยเครื่องสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงที่อัตรา 250 และ 375 ลิตร/เฮกแตร์ โดยในหนอนห่อใบข้าวพ่นด้วยสาร flubendiamide + thiacloprid 24% + 24% W/V SC อัตรา 75 มิลลิลิตร/เฮกแตร์ ส่วนโรคเมล็ดด่างพ่นด้วยสาร tebuconazole + trifloxystrobin 50% + 25% WG อัตรา 175 กรัม/เฮกแตร์ ผลการทดสอบพบว่าการพ่นด้วยเฮลิคอปเตอร์อัตราพ่น 8 และ 16 ลิตร/เฮกแตร์ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดทั้งหนอนห่อใบข้าว และโรคเมล็ดด่างได้ดีเทียบเท่าการพ่นด้วยเครื่องสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 250 และ 375 ลิตร/เฮกแตร์ ทั้งที่มีอัตราพ่นน้อยกว่าถึง 20 เท่า

อย่างไรก็ตามการพ่นด้วยระบบน้ำน้อยมากเป็นการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความเข้มข้นสูง ดังนั้นก่อนการนำมาพ่นในสภาพไร่ ควรเลือกสูตรของสาร (formulation) ที่มีข้อมูลคำแนะนำหรือผ่านการทดสอบเรื่องความเป็นพิษต่อต้นข้าวมาแล้วมาใช้ สำหรับสูตรของสารบางสูตรที่มีความเสี่ยงในเรื่องความเป็นพิษต่อพืช เช่น EC หรือ WP ควรต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ นอกจากนี้สูตรของสารบางสูตร เช่น WP ในกรณีที่ผสมน้ำน้อยก่อให้เกิดการตกตะกอน จนทำให้อุดตันหัวฉีด หรือในกรณีที่ใช้ในอัตราสูงมากจะเกาะตัวเป็นชั้น จนไม่สามารถพ่นสารละลายออกมาได้

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การทดสอบประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) พ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดไรแดงหม่อน พบว่าการพ่นสารด้วยเครื่อง UAV มีการตกค้างของละอองสารบนใบมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นของเกษตรกร และจากการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรแดงหม่อนด้วยเครื่องดังกล่าว โดยการพ่นสาร spiromesifen 24% SC ที่อัตรา 30 มิลลิลิตร/ไร่ ผลการทดลองพบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV ที่อัตราพ่น 3, 4 และ 5 ลิตร/ไร่ มีประสิทธิภาพในการ

ป้องกันกำจัดไรแดงหม่อนเทียบเท่ากับวิธีการพ่นของเกษตรกร อย่างไรก็ตามการใช้ UAV สามารถลดการใช้ทรัพยากรน้ำ ลดความเสี่ยงของเกษตรกรในการสัมผัสสารระหว่างการพ่น รวมถึงประหยัดเวลาในการปฏิบัติงานเมื่อเทียบกับการใช้คนพ่น ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นคำแนะนำ และเป็นแนวทางในการวางมาตรฐานการพ่นสารด้วยอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย รวมทั้งเป็นข้อมูลในการพัฒนาสู่การอารักขาพืชแม่นยำสูง (Precision Crop Protection) ที่สอดคล้องกับนโยบายเกษตร 4.0 ของประเทศ

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณวสรรณ์ ผลพฤกษา ฝ่ายวิชาการ กลุ่มธุรกิจ ไบเออร์ ครอปซายน์ บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด และคุณเฉลิม จันทร์จุ่น ผู้ให้ความอนุเคราะห์เครื่อง UAV และช่วยเหลืองานวิจัย ตลอดจนคุณดำรง เวชกิจ อดีตกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช คุณสมคิด พันธุ์ดี และคุณปรีดี รักงาม กลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ผู้ให้ความช่วยเหลือในการ วางแผนการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลและช่วยเหลืองานด้านเทคนิคในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2563. *เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตก*. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 113 หน้า.

พิเชฐ เชาวนวัฒนวงศ์ เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ มานิตา คงชื่นสิน พลอยชมพู กรวิภาสเรือง และวัชริน แหลมคม. 2553. ทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดไรศัตรูสำคัญในมันสำปะหลัง. หน้า 181-188. *ใน: รายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2553*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2564*. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 210 หน้า.

Lou, Z., F. Xin, X. Han, Y. Lan, T. Duan and W. Fu. 2018. Effect of Unmanned Aerial Vehicle Flight Height on Droplet Distribution, Drift and Control of Cotton Aphids and Spider Mites. *Agronomy*. 8(9): 187.

Matthews, G.A., R. Bateman and P. Miller. 2014. *Pesticide Application methods*. 4th Ed. Blackwell Science. 432 p.

Miller, D.R., T.E. Stoughton, W.E. Steinke, E.W. Huddleston and J.B. Ross. *Atmospheric stability effects on pesticide drift from an irrigated orchard*. (Online) Available. http://www.prairieswine.com/pdf/2983.pdf. (October 23, 2018).

Punyawattoe, P., W. Sutjaritthammajariyangkun, S. Thirawut, N. Chaiyasing, S. Supornsin, S. Sampaothong and T. Nagura. 2021a. Comparison of the physical spray efficacy between unmanned helicopter and motorized knapsack sprayer in Thai paddy field. *Asian J. Agric. Biol.* 2021(4): 202102104. DOI: https://doi.org/10.35495/ajab.2021.02.104.

Punyawattoe, P., W. Sutjaritthammajariyangkun, S. Thirawut, N. Chaiyasing, S. Supornsin, S. Sampaothong and T. Nagura. 2021b. Efficacy of the FAZER helicopter unmanned aerial vehicle (UAV) in controlling rice leaf folder and dirty panicle disease in paddy fields. *Int. J. Agric. Technol.* 17(4): 1561-1568.

Qin, W.C., B.J. Qiu, X.Y. Xue, C. Chen, Z.F. Xu and Q.Q. Zhou. 2016. Droplet deposition and control effect of insecticides sprayed with an unmanned aerial vehicle against plant hoppers. *Crop Prot.* 85: 79-88.

Qin, W.C., X.Y. Xue, S.M. Zhang, W. Gu and B.K. Wang. 2018. Droplet deposition and efficiency of fungicides sprayed with small UAV against wheat powdery mildew. *Int. J. Agric & Biol. Eng*. 11(2): 27-32.

Xue, X.Y., J. Liang and X.M. Fu. 2008. Prospect of aviation plant protection in China. *Chin. Agric. Mech.* 5: 72-74.

Xue, X.Y., W.C. Qin, Z. Sun, S.C. Zhang, L.X. Zhou and P. Wu. 2013. Effect of N-3UAV spraying methods on the efficiency of insecticides against planthoppers and *Cnaphalocrocis medinalis*. *Acta Phytophylacica Sinica.* 40: 273-278.

Xue, X., K. Tu, W. Qin, Y. Lan and H. Zhang. 2014. Drift and deposition of ultra-low altitude and low volume application in paddy field. Int. *J. Agric. Biol. Eng*. 7: 23–28.

Table 1 Application parameters used in the experiments.

	UAV			Motorised knapsack sprayer
	UAV 3	UAV 4	UAV 5	MKS 60
Rotor	4			-
Nozzle type	Fan type (XR11001)			Adjustable cone Ø 1.2 mm installed with spray lance
VMD (µm)	160			212
Numbers of nozzle	4			1
Pressure (bar)	3			5
Flow rate	1.8 L/min			2.1 l L/min
Spray angle	0^0 on the vertical direction			45^0 on the horizontal direction
Swath width (m)	4			
Working width (m)	8 m in total; divided into 2 sections of 4 m each			
Working height (m)	2			0.5
Tank capacity (L)	10			25
Application rate (L/rai)	3	4	5	60
Application technique	Very low volume application	Very low volume application	Medium volume application	Medium volume application

Table 2 Average of spray deposition among spray application techniques.

Treatment	Average spray deposition[1/] µg/leaf
1. UAV 3	2.85
2. UAV 4	2.82
3. UAV 5	3.07
4. MKS 60	3.27
CV (%)	17.44

[1/]Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 3 Comparison of mulberry red mite among spray application techniques when sprayed with spiromesifen 24% SC at Tha Muang district, Kanchanaburi province, from February to March 2021. (1st trial)

Treatment	Spray volume (L/Rai)	Number of mulberry red mite [1/]					
		Before Application	Day After application				
			3 Days	5 Days	7 Days	10 Days	14 Days
1. UAV 3	3	82.03	0.12 a	0.10 a	0.38 a	0.34 a	0.16 a
2. UAV 4	4	78.61	0.10 a	0.18 a	0.28 a	0.14 a	0.34 a
3. UAV 5	5	82.95	0.10 a	0.25 a	0.55 a	0.73 a	0.20 a
4. MKS 60	60	83.53	0.19 a	0.35 a	0.94 a	0.13 a	0.29 a
5. Control	-	94.93	97.21 b	113.03 b	90.18 b	52.13 b	48.16 b
C.V. (%)		40.8	61.0	61.1	46.0	27.3	12.6

[1/]Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 4 Comparison of mulberry red mite among spray application techniques when sprayed with spiromesifen 24% SC at Dan Makham Tia district, Kanchanaburi province, from May to June 2021 (2nd trial)

Treatment	Spray volume (L/Rai)	Number of mulberry red mite [1/]					
		Before Application	Day After application				
			3 Days	5 Days	7 Days	10 Days	14 Days
1. UAV 3	3	63.16	0.14 a	0.09 a	0.23 a	0.38 a	0.19 a
2. UAV 4	4	60.52	0.11 a	0.15 a	0.17 a	0.16 a	0.42 a
3. UAV 5	5	63.87	0.11 a	0.22 a	0.33 a	0.82 a	0.24 a
4. MKS 60	60	64.31	0.21 a	0.30 a	0.56 a	0.15 a	0.35 a
5. Control	-	73.09	109.85 b	97.21 b	72.14 b	58.39 b	62.6 b
C.V. (%)		31.41	68.93	52.55	27.60	30.58	14.86

[1/]Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

Figure 1 The Unmanned Aerial Vehicle (UAV) used in the experiments

Figure 2 The motorised knapsack sprayer used in the experiments

การศึกษาเทคนิคประมวลผลภาพถ่ายเพื่อใช้ในการตรวจสอบการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลัง

Using Digital Image Analysis to Quantify External Damage by Mite in Cassava

วีระชัย สมศรี[1/] อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล[2/] ณพชรกร ธไภษัชย์[1/] วิชัย โอภานุกุล[3/]
อานนท์ สายคำฟู[3/] จิรวัสส์ เจียตระกูล[3/]
[1/]กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]สำนักงานเกษตรจังหวัดกาญจนบุรี กรมส่งเสริมการเกษตร
[3/]กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

Abstract

Mites are a major pest of cassava, feeding on fluids from the leaves and causing chlorophyll loss, as seen by the spots visible on the leaves. The image processing was utilized to estimate the extent of the mite infestation on cassava. This allows for a more accurate and timely assessment of damage. Based on the analysis of the key parameters aspects Normalized difference vegetation index (NDVI), Green normalized difference vegetation index (GNDVI), Red-Edge GNDVI (REGNDVI), Red-Edge Blue NDVI (REBNDVI), Near-infrared Red-Edge NDVI (NRENDVI) and TGI. After releasing 20, 40, 60, 80, and 100 mites per leaf for 2, 3, 4, and 5 weeks, imaging analyses using an ASD FieldSpec HandHeld 2 spectrometer were performed. All indexes were found to separate healthy plants from damaged plants. However, when we divided the cassava into ten categories of damage, we discovered that only the NDVI index distinguished each level of damage. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) with MicaSence RedEdge MX camera visual assessments were utilized to classify damage of cassava in the survey field settings, and NDVI values were used to compare visual assessments. The trend appears to be going in the same direction. However, there are some inconsistencies.

Keywords : Cassava, Normalized difference vegetation index, Unmanned Aerial Vehicle

รหัสการทดลอง 03-60-63-01-02-00-01-63

บทคัดย่อ

ไรเป็นศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของมันสำปะหลัง โดยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบ ทำให้สูญเสียคลอโรฟิลล์ ทำให้เกิดจุดประด่างบนใบพืช การประมวลผลภาพถ่ายจึงนำมาใช้เพื่อตรวจสอบการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลัง ทำให้สามารถประเมินความเสียหายมีความแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น จากการประเมินผลพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องด้วยค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index, NDVI), Green normalized difference vegetation index (GNDVI), Red-Edge GNDVI (REGNDVI), Red-Edge Blue NDVI (REBNDVI), Near-infrared Red-Edge NDVI (NRENDVI) และ TGI จากการวิเคราะห์ถ่ายภาพความละเอียดสูงด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ ASD FieldSpec HandHeld 2 หลังจากปล่อยไรแดงหม่อน 20, 40, 60, 80 และ 100 ตัวต่อใบ เป็นเวลา 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่าทุกค่าสามารถแยกต้นมันสำปะหลังปกติออกจากต้นมันสำปะหลังที่โดนทำลายได้ และเมื่อจำแนกความเสียหายของต้นมันสำปะหลังออกเป็น 10 ระดับ มีเพียงค่า NDVI ที่สามารถแยกความเสียหายแต่ละระดับออกจากกันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อนำค่า NDVI ที่ได้ไปใช้ในการจำแนกความเสียหายของมันสำปะหลังในสภาพไร่ที่บินสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ติดกล้องบันทึกภาพ รุ่น MicaSence RedEdge MX เปรียบเทียบกับการประเมินด้วยสายตาพบว่ามีแนวโน้วไปในทิศทางเดียวกัน

คำหลัก: มันสำปะหลัง ดัชนีพืชพรรณ อากาศยานไร้คนขับ

คำนำ

ไรเป็นศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของมันสำปะหลัง โดยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบ ทำให้สูญเสียคลอโรฟิลล์ เมื่อไรลงทำลายจะเห็นจุดประด่าง ถ้าทำลายรุนแรงทำให้ใบไหม้ ถ้าไรลงทำลายในมันสำปะหลังอายุ 1-3 เดือน จะทำให้ใบร่วง ยอดแห้ง และตายได้ ไรที่พบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง คือ ไรแดงหม่อน *Tetranychus truncatus* Ehara ไรแมงมุมคันซาวา *Tetranychus kanzawai* Kishida จะดูดกินอยู่ใต้ใบ ทำลายใบแก่และใบเพสลาด หากระบาดรุนแรงจะเคลื่อนย้ายไปดูดกินบนยอดอ่อน สร้างเส้นใยปกคลุมใบและลำต้น นอกจากนี้ยังพบไรแดงมันสำปะหลัง *Oligonychus biharensis* Hirst ไรชนิดนี้จะดูดกินอยู่บนใบส่วนยอด แล้วขยายปริมาณลงสู่ส่วนล่างของต้น เมื่อประสบปัญหาภัยแล้งยาวนานก่อให้เกิดการระบาดของไรในมันสำปะหลัง เนื่องจากมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ อย่างมาก และศัตรูธรรมชาติถูกทำลาย ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังและส่งออกมากเป็นลำดับต้น ๆ ในเอเชีย การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการศัตรูพืช สามารถพัฒนางานด้านการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมทางด้านการเกษตร ในไรศัตรูพืช Herrmann *et al*. (2017) ใช้ข้อมูลการสะท้อนกลับของช่วงคลื่นละเอียดสูง (Hyperspectral data reflected) และข้อมูลการสะท้อนกลับหลายช่วงคลื่น (Multispectral data reflected) ในการแยกระดับการทำลายของไรสองจุด

Tetranychus urticae Koch ในใบพริกไทยและถั่ว ส่วนในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับไรศัตรูพืชทางด้านนี้เลย

ดังนั้น การศึกษาเทคนิคประมวลผลภาพถ่ายเพื่อใช้ในการตรวจสอบการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลัง จึงมีความสำคัญที่ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานการวิเคราะห์ภาพถ่ายที่แสดงออกของพืช (Plant Phenotyping) การสะท้อนกลับของช่วงคลื่นละเอียดสูง (Hyperspectral data reflected) และข้อมูลการสะท้อนกลับหลายช่วงคลื่น (Multispectral data reflected) เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการแยกระดับการทำลายของไรแดงหม่อน *T. truncatus* ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* และไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* ในมันสำปะหลังทำให้ประเมินสถานการณ์การระบาดหรือความเสียหายจากไรศัตรูมันสำปะหลังมีความแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาเทคนิคประมวลผลภาพถ่ายเพื่อใช้ในการตรวจสอบการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลัง ทำให้สามารถประเมินสถานการณ์การระบาดหรือความเสียหายจากไรศัตรูมันสำปะหลังมีความแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ต้นมันสำปะหลัง
2. พ่อแม่พันธุ์ไรแดงหม่อน
3. เซนเซอร์สเปกโทรมิเตอร์ ASD FieldSpec HandHeld 2
4. อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ระบบ Multi-rotor 4 ใบพัด
5. กล้องบันทึกภาพ รุ่น MicaSence RedEdge MX

วิธีการ

1. การศึกษาลักษณะอาการการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลังในระดับต่าง ๆ จากภาพถ่ายในห้องปฏิบัติการ (2563)

ดำเนินการปลูกต้นมันสำปะหลังในโรงเรือน จำนวน 60 ต้น เมื่อต้นมันสำปะหลังอายุครบ 1 เดือน ปล่อยไรแดงหม่อนจำนวน 5 ระดับ ดังนี้ 20, 40, 60, 80, และ 100 ตัวต่อใบ โดยปล่อยไรแดงหม่อนระดับละ 10 ต้น ๆ ละ 3 ใบ จากนั้นถ่ายภาพหลังจากปล่อยทุก 7 วัน จนต้นมันสำปะหลังตายภายใต้เซนเซอร์สเปกโทรมิเตอร์ ASD FieldSpec HandHeld 2 (Fig. 1)

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนไรแดงเฉพาะระยะที่เคลื่อนไหว (Active Stage) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์หรือแว่นขยาย
- บันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ สภาพกายภาพ
- บันทึกภาพถ่ายช่วงคลื่นละเอียดสูง (Hyperspectral imaging)

2. การประเมินผลพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ในสภาพห้องปฏิบัติการ (2563)

การประเมินผลพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้พารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

$$\text{NDVI} = \frac{\rho\text{NIR}-\rho\text{R}}{\rho\text{NIR}+\rho\text{R}}$$ Rouse *et al*. (1973)

$$\text{GNDVI} = \frac{\rho\text{NIR} - \rho\text{G}}{\rho\text{NIR} + \rho\text{G}}$$ Gitelson *et al*. (1996)

$$\text{REGNDVI} = \frac{\rho\text{RE} - \rho\text{G}}{\rho\text{RE} + \rho\text{G}}$$ Herrmann *et al*. (2012)

$$\text{REBNDVI} = \frac{\rho\text{RE} - \rho\text{B}}{\rho\text{RE} + \rho\text{B}}$$ Herrmann *et al*. (2012)

$$\text{NRENDVI} = \frac{\rho\text{NIR} - \rho\text{RE}}{\rho\text{NIR} + \rho\text{RE}}$$ Herrmann *et al*. (2012)

$$\text{TGI} = -0.5[(R-B)(\rho R-\rho G)-(R-G)(\rho R-\rho B)]$$ Hunt *et al*. (2011)

$$\text{REIP} = 700 + 40\left\{\frac{\left[\frac{\rho_{670}+\rho_{780}}{2}\right]-\rho_{700}}{\rho_{740}-\rho_{700}}\right\}$$ Guyot and Baret (1988)

โดยที่ ρB หมายถึง ค่าการสะท้อนแสง ในช่วงคลื่นสีน้ำเงิน 490 nm

ρG หมายถึง ค่าการสะท้อนแสง ในช่วงคลื่นสีเขียว 560 nm

ρR หมายถึง ค่าการสะท้อนแสง ในช่วงคลื่นสีแดง 666 nm

ρRE หมายถึง ค่าการสะท้อนแสง ในช่วงคลื่น Red-edge 715 nm

ρNIR หมายถึง ค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นใกล้ อินฟราเรด 790 nm

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกค่า NDVI, GNDVI, REGNDVI, REBNDVI, NRENDVI, TGI และREIP จากต้นพืชปกติและต้นพืชที่ถูกเข้าทำลาย

3. การศึกษาลักษณะอาการการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลังในระดับต่าง ๆ จากภาพถ่ายในสภาพแปลง (2564)

ดำเนินการในแปลงมันสำปะหลังที่มีการเข้าทำลายของไรแดงมันสำปะหลัง ต.ดอนตาเพชร อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี (Fig. 2) โดยถ่ายภาพจากทางด้านบน โดยการใช้อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ระบบ Multi-rotor 4 ใบพัดมีระบบพิกัด GIS และระบบควบคุมการเอียงของกล้องขณะถ่าย (Gyro Sensor) เพื่อใช้ในการปรับแก้การเอียงภาพ (Fig. 3) ติดกล้องบันทึกภาพ รุ่น MicaSence RedEdge MX มี 5 ระบบบันทึกภาพ Multispectral ประกอบด้วยกล้องบันทึกภาพย่านความถี่ 475 nm. (Blue), 560 nm. (Green), 668 nm. (Red), 717 nm. (Red edge) และ 842 nm. (Near Infrared) (Fig. 4) ดำเนินการวางแผนสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ

ครอบคลุมแปลงทั้งหมด 16 แปลงย่อย โดยแต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 6.5 เมตร กว้าง 9 เมตร แบ่งเป็นแปลง A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 และ D4 โดยดำเนินการบินถ่ายภาพ 1 รอบการบิน แปลงพื้นที่การบิน (Fig. 5) โดยความละเอียดของภาพที่ความสูง 40 เมตร บันทึกภาพซ้อนทับภายแนวบิน (Overlap) ร้อยละ 80 และบันทึกภาพซ้อนทับระหว่างแนวบิน (Sidelap) ร้อยละ 80 (Fig. 6) นำภาพถ่ายที่ได้มาประมวลผลเทียบกับการประเมินด้วยสายตาจากคน เพื่อประเมินความแม่นยำ จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย ทำทั้งหมด เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงระดับความเสียหายต่อไป

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนไรแดงหม่อนเฉพาะระยะที่เคลื่อนไหว (Active Stage)
- บันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ สภาพดินฟ้าอากาศ
- NDVI จากต้นพืชปกติและต้นพืชที่ถูกเข้าทำลาย

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2562 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2564

สถานที่ 1. ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลองของกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

2. แปลงมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาลักษณะอาการการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลังในระดับต่าง ๆ จากภาพถ่ายในห้องปฏิบัติการ

จากการทดลองปล่อยไรแดงหม่อน 20, 40, 60, 80 และ 100 ตัวต่อใบ จำนวน 10 ซ้ำ (1 ต้นต่อซ้ำ) ตรวจนับจำนวนไรหลังการปล่อย 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่าหลังจากปล่อยไรแดงหม่อนในมันสำปะหลัง 5 สัปดาห์ กรรมวิธีที่ปล่อยไรแดงหม่อน 80 และ 100 ตัวต่อใบ พบไรแดงหม่อนเฉลี่ย 521.60 และ 528.90 ตัวต่อใบตามลำดับ (Table 1) ส่งผลให้ใบต้นมันสำปะหลังถูกดูดกินน้ำเลี้ยงจนตาย (Fig. 7)

2. การประเมินผลพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยค่าดังต่อไปนี้

ดัชนีพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index, NDVI),Green normalized difference vegetation index (GNDVI), Red-EdgeGNDVI (REGNDVI), Red-Edge Blue NDVI (REBNDVI), Near-infrared Red-Edge NDVI (NRENDVI) และ TGI จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายความละเอียดสูงด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ ASD FieldSpec HandHeld 2 หลังจากปล่อยไรแดงหม่อน 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่า

หลังจากปล่อยไรแดงหม่อนลงบนต้นมันสำปะหลังแล้ว 2 สัปดาห์ พบค่าการสะท้อนของคลื่นในช่วง Near Infrared (NIR) (800 - 1,000 นาโนเมตร) มากหลังปล่อยไรแดงหม่อน 40 ตัว/ใบ ถัดมา

คือปล่อยไรแดงหม่อนจำนวน 80, 100, 0, 60 และ 20 ตัว/ใบ ตามลำดับ (Fig. 8) ซึ่งค่าการสะท้อนของคลื่นช่วง NIR มีความใกล้เคียงกันมากหลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 และ 60 ตัว/ใบ และเมื่อนำค่าการสะท้อนของคลื่นไปวิเคราะห์ค่า GNDVI, REGNDVI และNRENDVI พบว่าหลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับการปล่อยไรจำนวนอื่น ๆ เมื่อทดสอบด้วยค่า NDVI และREBNDVI หลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ ไม่มีความแตกต่างกับการปล่อยไรแดงหม่อน 80 ตัว/ใบ เมื่อทดสอบด้วยค่า TGI หลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ ไม่มีความแตกต่างกับการปล่อยไรแดงหม่อน 40 ตัว/ใบ และเมื่อทดสอบด้วยค่า REIP หลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ ไม่มีความแตกต่างกับการปล่อยไรแดงหม่อน 20 ตัว/ใบ (Table 2)

หลังจากปล่อยไรแดงหม่อนลงบนต้นมันสำปะหลังแล้ว 3 สัปดาห์ พบค่าการสะท้อนของคลื่นในช่วง NIR มากหลังปล่อยไรแดงหม่อน 20 ตัว/ใบ ลองลงมาคือปล่อยไรแดงหม่อนจำนวน 0, 80, 100, 40 และ 60 ตัว/ใบ ตามลำดับ (Fig. 9) และเมื่อนำค่าการสะท้อนของคลื่นไปวิเคราะห์ค่า NDVI, GNDVI, REGNDVI, REBNDVI และTGI พบว่าหลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับการปล่อยไรจำนวนอื่น ๆ เมื่อทดสอบด้วยค่า NRENDVIและ REIP หลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ ไม่มีความแตกต่างกับการปล่อยไรแดงหม่อน 20 ตัว/ใบ (Table 2)

หลังจากปล่อยไรแดงหม่อนลงบนต้นมันสำปะหลังแล้ว 4 สัปดาห์ พบค่าการสะท้อนของคลื่นในช่วง NIR มากหลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ ลองลงมาคือปล่อยไรแดงหม่อนจำนวน 80 และ100 ตัว/ใบ ตามลำดับ แต่จากการปล่อยไรแดงหม่อนที่ 20, 60 และ 40 ตัว/ใบ เส้นกราฟมีการทับซ้อนกัน (Fig. 10) เมื่อนำค่าการสะท้อนของคลื่นไปวิเคราะห์ค่า GNDVI, REGNDVI, NRENDVI, TGI และREIP พบว่าหลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับการปล่อยไรจำนวนอื่น ๆ เมื่อทดสอบด้วยค่า NDVI และ REBNDVI หลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ ไม่มีความแตกต่างกับการปล่อยไรแดงหม่อน 20 ตัว/ใบ (Table 2)

หลังจากปล่อยไรแดงหม่อนลงบนต้นมันสำปะหลังแล้ว 5 สัปดาห์ พบค่าการสะท้อนของคลื่นในช่วง NIR มากหลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ ลองลงมาคือปล่อยไรแดงหม่อนจำนวน 80, 100, 40, 20 และ60 ตัว/ใบ ตามลำดับ แต่จากการปล่อยไรแดงหม่อนที่ 40 และ 100 ตัว/ใบ ยังมีเส้นกราฟที่มีการทับซ้อนกันอยู่บ้าง (Fig. 11) และเมื่อนำค่าการสะท้อนของคลื่นไปวิเคราะห์ค่า NDVI, GNDVI, REGNDVI, REBNDVI, NRENDVI และTGI พบว่าหลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับการปล่อยไรจำนวนอื่น ๆ เมื่อทดสอบด้วยค่า REIP หลังปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ ไม่มีความแตกต่างกับการปล่อยไรแดงหม่อน 60 ตัว/ใบ (Table 2)

จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายความละเอียดสูงด้วยเครื่อง สเปกโทรมิเตอร์ ASD FieldSpec HandHeld 2 ด้วยค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) และค่า Green normalized difference vegetation index (GNDVI) หลังจากปล่อยไรแดงหม่อนปริมาณ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ตัว/ใบ ไปแล้วเป็นเวลา 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่าในทุกสัปดาห์หลังจากการปล่อยไรแดงหม่อน 0 ตัว/ใบ มีค่า NDVI,

GNDVI, REGNDVI, REBNDVI, NRENDVI, TGI และREIP ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับการปล่อยไรแดงหม่อนจำนวนอื่น ๆ ทั้งนี้ จากการทดลองดังกล่าวสามารถนำข้อมูลถ่ายภาพความละเอียดสูงด้วยเครื่อง สเปกโทรมิเตอร์ ASD FieldSpec HandHeld 2 มาใช้ในการแยกต้นมันสำปะหลังที่เกิดความเสียหายจากการเข้าทำลายของไรแดงหม่อน กับต้นมันสำปะหลังปกติได้

เมื่อประเมินความเสียหายต้นมันสำปะหลังด้วยสายตาโดยแบ่งความเสียหายเป็น 10 ระดับ (Fig. 12) พบว่าเมื่อวิเคราะห์ NDVI ทุกระดับความเสียหายมีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7291, 0.6919, 0.6778, 0.6504, 0.5980, 0.5753, 0.5407, 0.4664, 0.4280 และ0.2923 ตามลำดับ (Table 3)

GNDVI พบว่าความเสียหายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นความเสียหายระดับที่ 7 และ8 ที่มีค่า GNDVI ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.5447, 0.5176, 0.4965, 0.4703, 0.4400, 0.4281, 0.4140, 0.4125, 0.3989 และ0.3553 ตามลำดับ (Table 3)

REGNDVI พบว่าความเสียหายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นความเสียหายระดับที่ 7 และ8 ที่มีค่า REGNDVI ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.3909, 0.3693, 0.3570, 0.3355, 0.3149, 0.3080, 0.2957, 0.2929, 0.2793 และ0.2346 ตามลำดับ (Table 3)

REBNDVI พบว่าความเสียหายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นความเสียหายระดับที่ 2 กับ3 และ5 กับ6 ที่มีค่า REBNDVI ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6735, 0.6367, 0.6347, 0.6191, 0.5903, 0.5827, 0.5558, 0.5305, 0.4984 และ0.3934 ตามลำดับ (Table 3)

NRENDVI พบว่าความเสียหายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นความเสียหายระดับที่ 6, 7, 8, 9 และ7, 8, 9, 10 ที่มีค่า NRENDVI ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1971, 0.1845, 0.1709, 0.1610, 0.1455, 0.1390, 0.1352, 0.1370, 0.1353 และ0.1318 ตามลำดับ (Table 3)

TGI พบว่าความเสียหายระดับที่ 1 และ4 มีค่าไม่แตกต่างกันมีค่าเท่ากับ 31.9653 และ 31.3141 ตามลำดับ ความเสียหายระดับที่ 2, 3, 4, 5 ไม่แตกต่างกันมีค่าเท่ากับ 29.9348, 29.3590, 31.314 1และ29.4892 ตามลำดับ ความเสียหายระดับที่ 6, 7 และ 10 ไม่แตกต่างกันมีค่าเท่ากับ 26.6238, 26.5927 และ9.5461 ตามลำดับ ความเสียหายระดับที่ 8 และ 9 ไม่แตกต่างกันมีค่าเท่ากับ 21.6009, 19.7785 ตามลำดับ (Table 3)

REIP พบว่าความเสียหายระดับที่ 1, 2, 3, 4 และ5 มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 715.2149, 714.6531, 713.6255, 712.4919 และ710.6904 ตามลำดับ ความเสียหายระดับที่ 6, 7 และ9 ไม่แตกต่างกันมีค่าเท่ากับ 709.7727, 709.3288 และ 709.5237 ตามลำดับ และความเสียหายระดับที่ 8 มีค่าเท่ากับ 708.8018 ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับทุกค่า (Table 3)

3. การศึกษาลักษณะอาการการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลังในระดับต่าง ๆ จากภาพถ่ายในสภาพแปลง

นำค่า NDVI ทุกระดับความเสียหายโดยมีค่าเฉลี่ยจากความเสียหายของต้นมันสำปะหลังจากมากไปน้อยเท่ากับ 0.7291, 0.6919, 0.6778, 0.6504, 0.5980, 0.5753, 0.5407, 0.4664, 0.4280 และ0.2923 ตามลำดับ โดยนำค่าที่ต่ำกว่า 0.5753 วิเคราะห์เป็นใบพืชที่เสียหาย จากภาพถ่ายที่ได้จาก UAV และเปรียบเทียบกับการประเมินด้วยสายตาพบว่าในสัปดาห์ที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบความเสียหายของมันสำปะหลังด้วยวิธีประเมินด้วยสายตากับการประเมินโดยใช้ UAV ยังมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงแต่ยัง แต่ยังมีบางส่วนเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่ามีแนวโนมไปในทิศทางเดียวกัน (Fig. 13)และหลังจากถ่ายภาพครั้งแรก 5 สัปดาห์ พบว่าเปรียบเทียบความเสียหายของมันสำปะหลังด้วยวิธีประเมินด้วยสายตากับการประเมินโดยใช้ UAV มีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าในครั้งที่ 1 การประเมินความเสียหายด้วย UAV มีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อเทียบกับการประเมินด้วยสายตา (Fig. 14) ซึ่งผลการประเมินที่เกิดความคลาดเคลื่อนน่าจะเกิดจากลักษณะการเข้าทำลายของไรแดงหม่อนจะเข้าทำลายในบริเวณใบแก่ ซึ่งถ้าต้นมันสำปะหลังมีใบหนาแน่นมาก จะทำให้เกิดการซ้อนทับกันของใบมันสำปะหลังทำให้การถ่ายภาพจากด้านบนด้วย UAV เห็นใบมันสำปะหลังเพียงบางส่วนจะไม่เห็นส่วนที่ซ้อนทับกัน

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษาลักษณะอาการการเข้าทำลายของไรแดงศัตรูมันสำปะหลังในระดับต่าง ๆ จากภาพถ่ายในห้องปฏิบัติการ จากการทดลองปล่อยไรแดงหม่อน 20, 40, 60, 80 และ 100 ตัวต่อใบ พบว่าหลังจากปล่อยไรแดงหม่อนในมันสำปะหลัง 5 สัปดาห์ กรรมวิธีที่ปล่อยไรแดงหม่อน 80 และ 100 ตัวต่อใบ ส่งผลให้ใบต้นมันสำปะหลังถูกดูดกินน้ำเลี้ยงจนตาย การประเมินผลพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ด้วยค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index, NDVI),Green normalized difference vegetation index (GNDVI), Red-EdgeGNDVI (REGNDVI), Red-Edge Blue NDVI (REBNDVI), Near-infrared Red-Edge NDVI (NRENDVI) และ TGI จากการวิเคราะห์ถ่ายภาพความละเอียดสูงด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ ASD FieldSpec HandHeld 2 หลังจากปล่อยไรแดงหม่อน หลังการปล่อย 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่ายังไม่สามารถแยกการทำลายของไรแดงหม่อนโดยใช้จำนวนของไรแดงหม่อนออกจากกันได้ แยกได้เพียงต้นที่ถูกทำลายกับต้นที่ไม่ถูกทำลาย เนื่องจากความรุนแรงที่ต้นมันสำปะหลังแสดงออกมานั้นไม่ขึ้นกับปัจจัยปริมาณไรแดงหม่อน แต่เมื่อประเมินความเสียหายต้นมันสำปะหลังด้วยสายตาโดยแบ่งความเสียหายเป็น 10 ระดับ พบว่ามีเพียงค่า NDVI เท่านั้นที่สามารถแยกความเสียหายแต่ละระยะออกจากกันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงนำค่า NDVI ใช้ในการประเมินในสภาพแปลงด้วยอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) เปรียบเทียบกับการประเมินด้วยสายตาพบว่า วิธีประเมินด้วยสายตากับการประเมินโดยใช้

UAV ยังมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงแต่อย่างไรก็ตามมีบางส่วนที่มีแนวโนมไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งอาจเกิดจากการซ้อนทับของใบมันสำปะหลังทำให้ภาพถ่ายจาก UAV เกิดการคลาดเคลื่อน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้ช่วยนักวิจัย คุณเจริญ เหลือทรัพย์ และเจ้าหน้าที่ กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นไปตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2548. นิเวศวิทยาวิเคราะห์ทางกีฏวิทยา. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม. 180 หน้า.

อินทวัฒน์ บุรีคำ และบรรพต ณ ป้อมเพชร. 2521. คุณลักษณะทางชีววิทยาของมวนตัวห้ำ *Cantheconidea furcellata* (Wolff) (Hemiptera: Pentatomidae). เอกสารวิชาการฉบับที่ 4. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 13 หน้า.

Anonymous. 2018. Biological control: Beneficial insects and mites: Swirskii-System Available at URL https://www.allaboutswirskii.com/home/. Accessed on 08/09/2018

Croft, B.A., J.S. Blackwood and J.A. McMurtry. 2004. Classifying life-style types of phytoseiid mites: Diagnostic traits. Experimental and Applied Acarology. 33: 247-260.

Doğramaci, M., G. Kakkar, V. Kumar, J. Chen and S. Arthurs. 2016. Swirski mite (suggested common name) *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Arachnida: Mesostigmata: Phytoseiidae). Featured creatures UF/IFAS. University of Florida. 9 pp.

Eilenberg, J., A. Hajek and C. Lomer. 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. BioControl. 46: 387-400.

Goleva, I. and C.P. Zebitz. 2013. Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology. 61: 259-283.

Hajek, A. 2004. Natural enemies. An Introduction to biological control. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 378 pp.

Hirose, Y. 1990. Prospective use of natural enemies to control *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). In: The use of natural enemies to control agricultural pests. FFTC Book, Series No. 40. p. 135-141.

Hirose, Y., H. Kajita, M. Takagi, S. Okajima, B. Napompeth and S. Buranapanichpan. 1989.

Exploration for natural enemies of *Thrips palmi*, an important pest of vegetable crop in the Orient and Pacific Islands: Discovery of its effective parasitoid in Thailand. Abstracts. International Vedalia Symposium on Biological Control: A Century of Success. March 27-30, 1989. Riverside, California.

Hirose, Y., H. Kajita, M. Takagi, S. Okajima, B. Napompeth and S. Buranapanichpan. 1993. Natural enemies of *Thrips palmi* and their effectiveness in the native habitat, Thailand. Biological Control. 3(1): 1-15.

Hunt, E.R., Jr.W.D. Hively, S.J. Fujikawa, D.S. Linden, C.S.T. Daughtry and G.W. McCarty. 2010. Acquisition of NIRgreen-blue digital photographs from unmanned aircraft for crop monitoring. Remote Sensing. 2(1): 290-305.

McMurtry, J.A. and B.A. Croft. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annual Review of Entomology. 42: 291-321.

Napompeth, B. 1973. Ecology and population dynamics of the corn planthopper, *Peregrinus maidis* (Ashmead) (Homoptera: Delphacidae), in Hawaii. Ph.D. Dissertation. University of Hawaii. Honolulu, Hawaii. 257 pp.

Okajima, S., Y. Hirose, H. Kajita, M. Takagi, B. Napompeth and S. Buranapanichpan. 1992.Thrips on fruit vegetables in Southeast Asia. Applied Entomology & Zoology. 27: 300-303.

Park, N.H., L. Shipp and R. Buitenhuis. 2010. Predation, development and oviposition by the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). Journal of Economic Entomology. 103: 563-569.

Park, N.H., L. Shipp, R. Buitenhuis and J.J. Ahn. 2011. Life history parameters of commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). Journal of Asia-Pacific Entomology. 14: 497-501.

Saengyot, S. 2016. Predatory thrips species composition, their prey and host plant association in Northern Thailand. Agriculture and Natural Resources. 50: 380-387.

Sabelis, M.W., and P.C.J. van Rijn. 1997. Predation by insects and mites, pp. 259-354. In: Thrips as crop pests. T. Lewis (ed.). CAB International, Wallingford, UK.

Xu, X. and E. Annie. 2010. Prey preference of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* between first instar western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and nymphs of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. Journal of Insect Science. 1: 1-11.

Table 1 Average number of mulberry red mite.

Treatment	Avg. number of mulberry red mite (mites/leaf)			
	2 (Weeks)	3 (Weeks)	4 (Weeks)	5 (Weeks)
20 mites/leaf	14.60	30.67	63.63	294.23
40 mites/leaf	15.83	46.33	63.97	328.53
60 mites/leaf	16.30	52.77	71.37	349.38
80 mites/leaf	17.30	74.17	161.03	521.60
100 mites/leaf	24.73	120.03	165.80	528.93
Untreated Check	0.00	0.00	0.00	0.00

Table 2 Averaged index values for each of time.

Time	Index	Number of mulberry red mite (mite/leaf)					
		20	40	60	80	100	0
2 weeks	NDVI	b[1/]	c	d	a	b	a
	GNDVI	b	d	e	b	c	a
	REGNDVI	c	d	e	b	c	a
	REBNDVI	c	b	c	a	b	a
	NRENDVI	b	e	e	c	d	a
	TGI	f	a	d	b	c	e
	REIP	a	c	c	b	b	a
3 weeks	NDVI	c	d	e	b	c	a
	GNDVI	b	d	e	c	d	a
	REGNDVI	b	d	e	b	c	a
	REBNDVI	d	e	f	b	c	a
	NRENDVI	a	c	d	b	c	a
	TGI	a	e	f	c	d	b
	REIP	a	c	d	b	c	a
4 weeks	NDVI	a	b	c	b	c	a
	GNDVI	b	d	d	c	d	a
	REGNDVI	b	d	e	c	e	a
	REBNDVI	a	b	c	b	c	a
	NRENDVI	b	d	d	c	d	a
	TGI	e	d	f	b	c	a
	REIP	b	e	e	c	d	a
5 weeks	NDVI	b	c	d	b	b	a
	GNDVI	c	c	d	b	b	a
	REGNDVI	c	c	d	b	b	a
	REBNDVI	bc	d	e	cd	b	a
	NRENDVI	d	d	e	b	c	a
	TGI	bc	c	d	bc	b	a
	REIP	c	c	a	b	b	a

[1/] The same letter in row are not significantly different at 95% level by DMRT

Table 3 Averaged index values and standard deviations for each of the damage levels.

Damage levels	NDVI		GNDVI		REGNDVI		REBNDVI		NRENDVI		TGI		REIP	
1	.7291	a[1/]	.5447	a	.3909	a	.6735	a	.1971	a	31.9653	a	715.2149	a
2	.6919	b	.5176	b	.3693	b	.6367	b	.1845	b	29.9348	b	714.6531	b
3	.6778	c	.4965	c	.3570	c	.6347	b	.1709	c	29.3590	b	713.6255	c
4	.6504	d	.4703	d	.3355	d	.6191	c	.1610	d	31.3141	ab	712.4919	d
5	.5980	e	.4400	e	.3149	e	.5903	d	.1455	e	29.4892	b	710.6904	e
6	.5753	f	.4281	f	.3080	f	.5827	d	.1390	f	26.6238	c	709.7727	f
7	.5407	g	.4140	g	.2957	g	.5558	e	.1352	fg	26.5927	c	709.3288	f
8	.4664	h	.4125	g	.2929	g	.5305	f	.1370	fg	21.6009	d	708.8018	g
9	.4280	i	.3989	h	.2793	h	.4984	g	.1353	fg	19.7785	d	709.5237	f
10	.2923	j	.3553	i	.2346	i	.3934	h	.1318	g	9.5461	c	713.6928	c

[1/] The same letter in column are not significantly different at 95% level by DMRT

Figure 1 Take a pictures with ASD FieldSpec HandHeld 2

Figure 2 The test site cassava field at Phanom Thuan District, Kanchanaburi Province

Figure 3 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Figure 4 Camera recorder MicaSence RedEdge MX

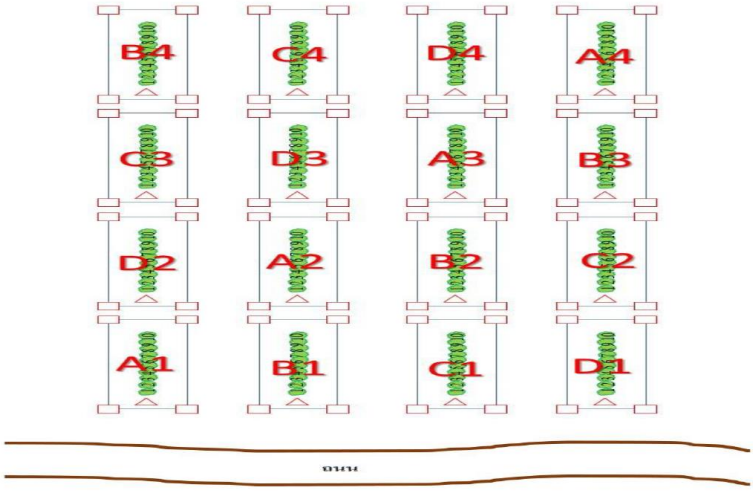


Figure 5 Plot diagram of 16 sub-plots, divided into A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 and D4 plots

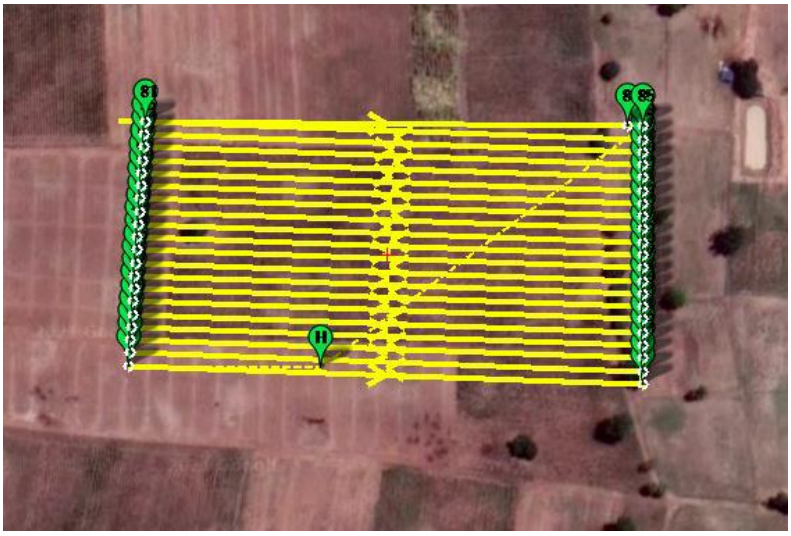


Figure 6 Flight path photography

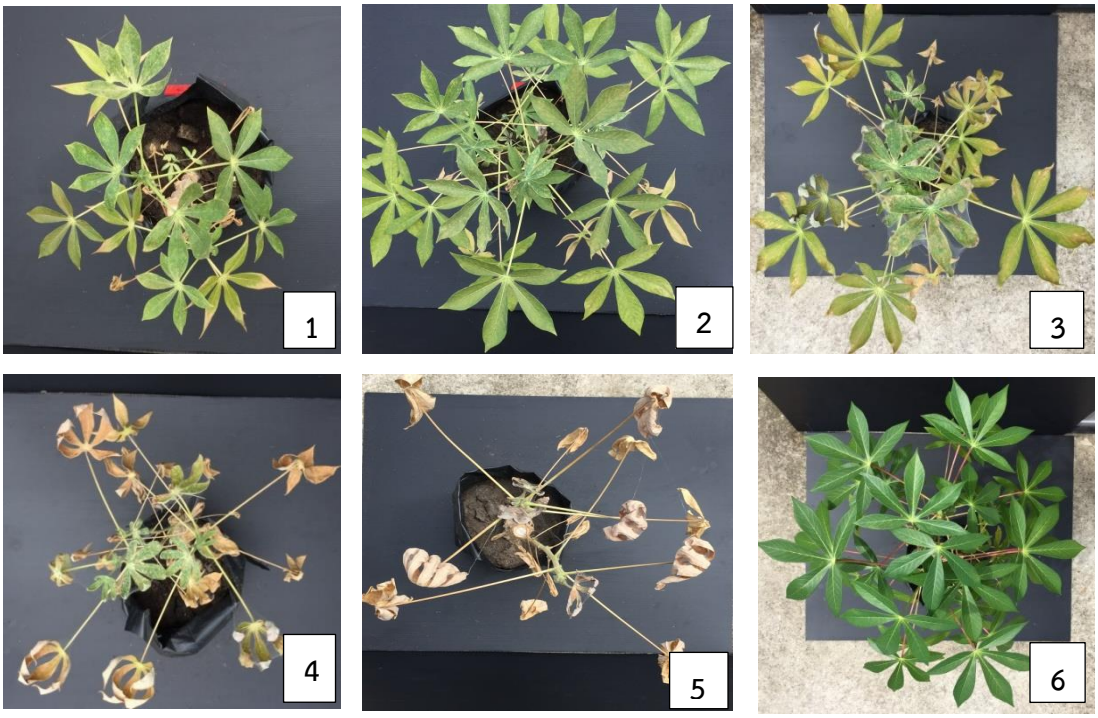


Figure 7 Picture of a cassava plant damaged by mites at different levels at 5 weeks

(1) release 20 mites/leaf (2) release 40 mites/leaf

(3) release 60 mites/leaf (4) release 80 mites/leaf

(5) release 100 mites/leaf (6) Untreated

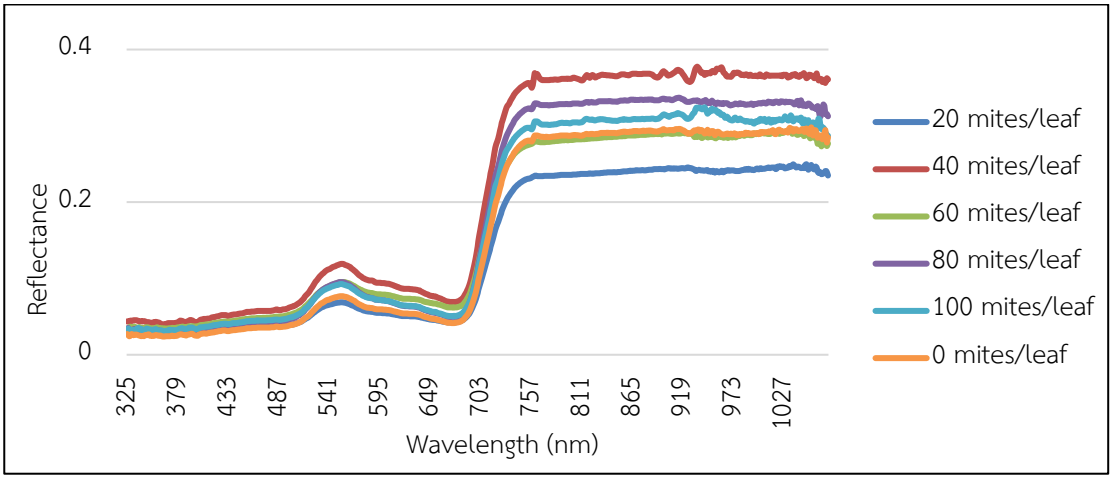


Figure 8 Averaged reflectance values of the six damage levels after 2 weeks

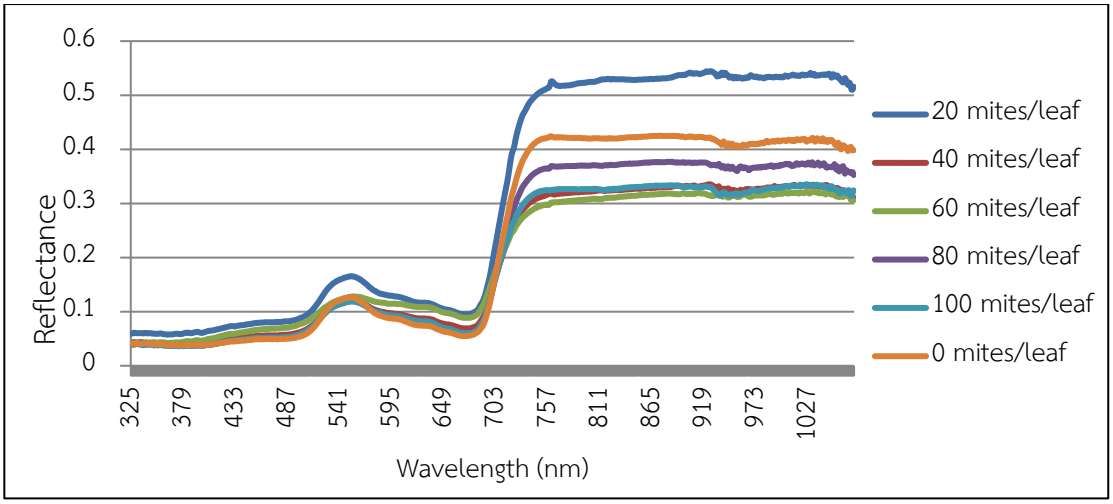


Figure 9 Averaged reflectance values of the six damage levels after 3 weeks

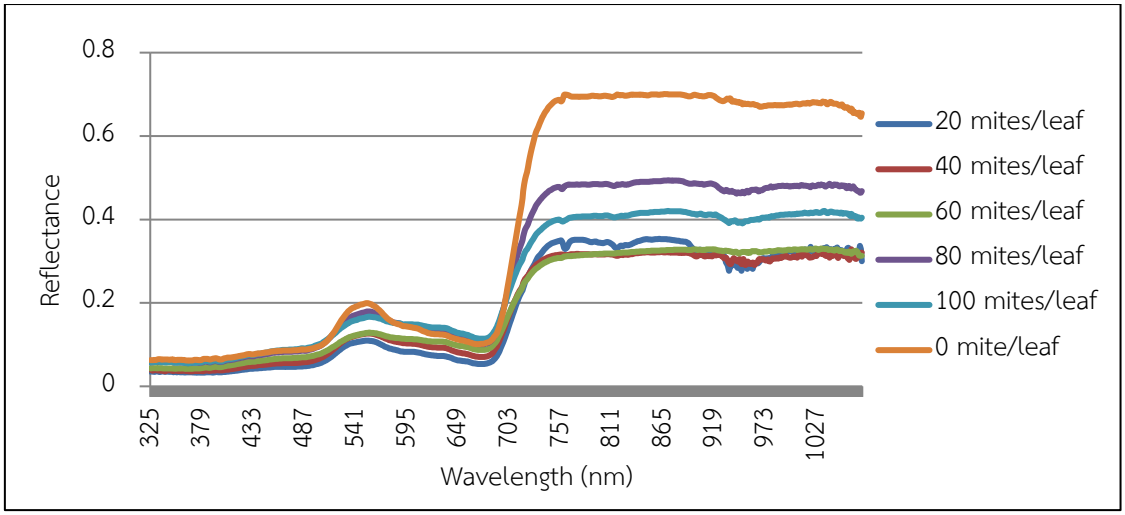


Figure 10 Averaged reflectance values of the six damage levels after 4 weeks

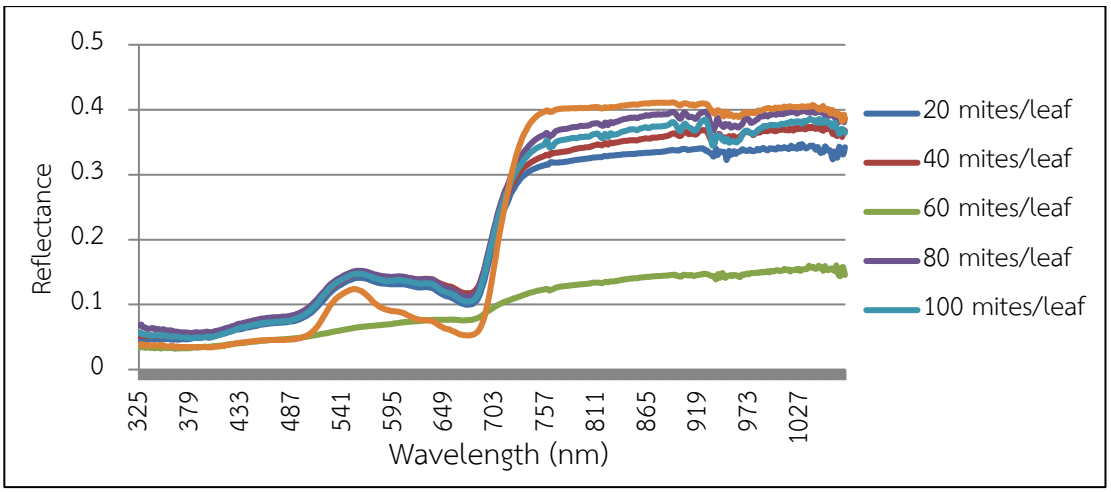


Figure 11 Averaged reflectance values of the six damage levels after 5 weeks

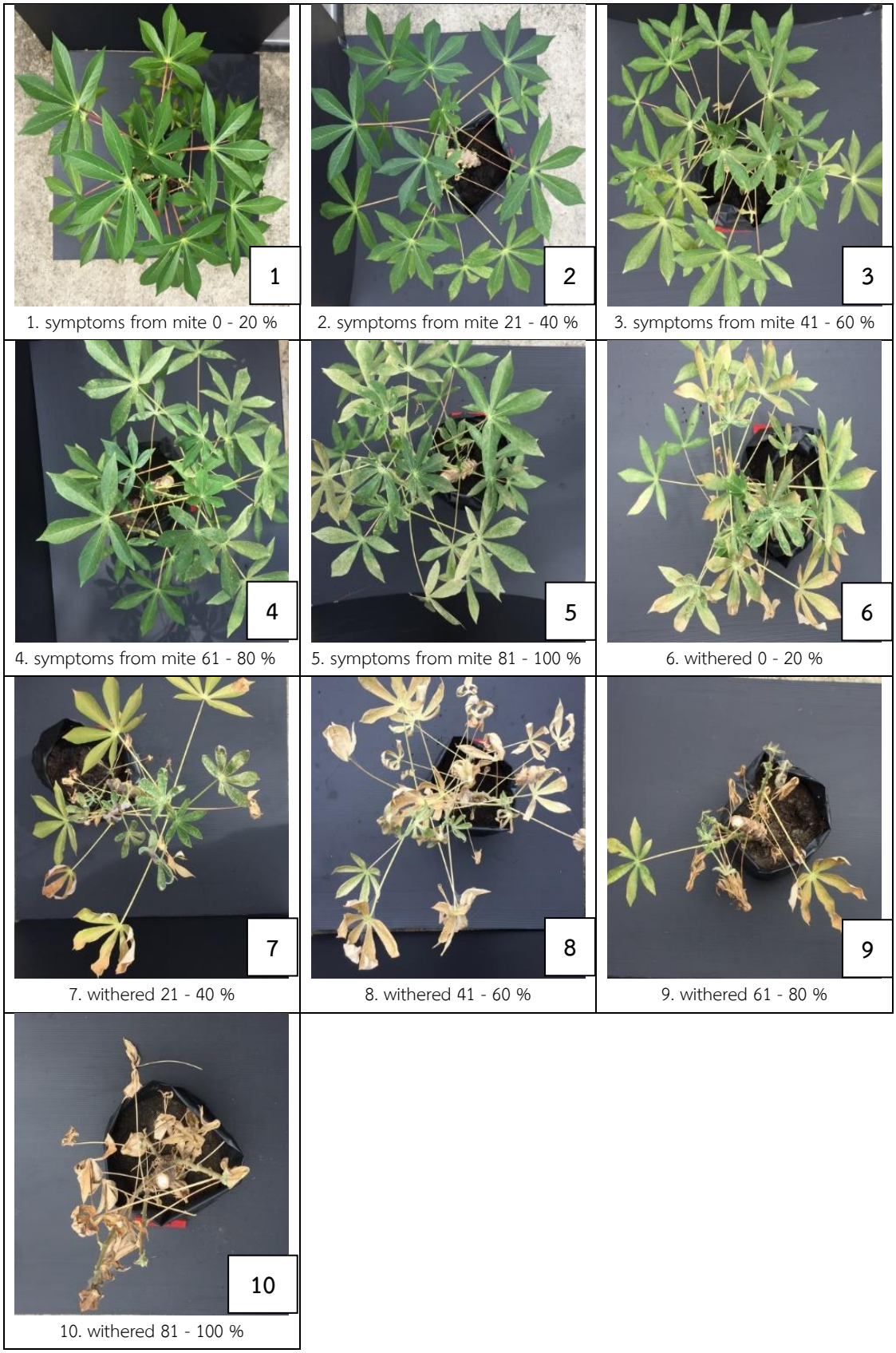


Figure 12 Pictures of damage of cassava plants at different levels

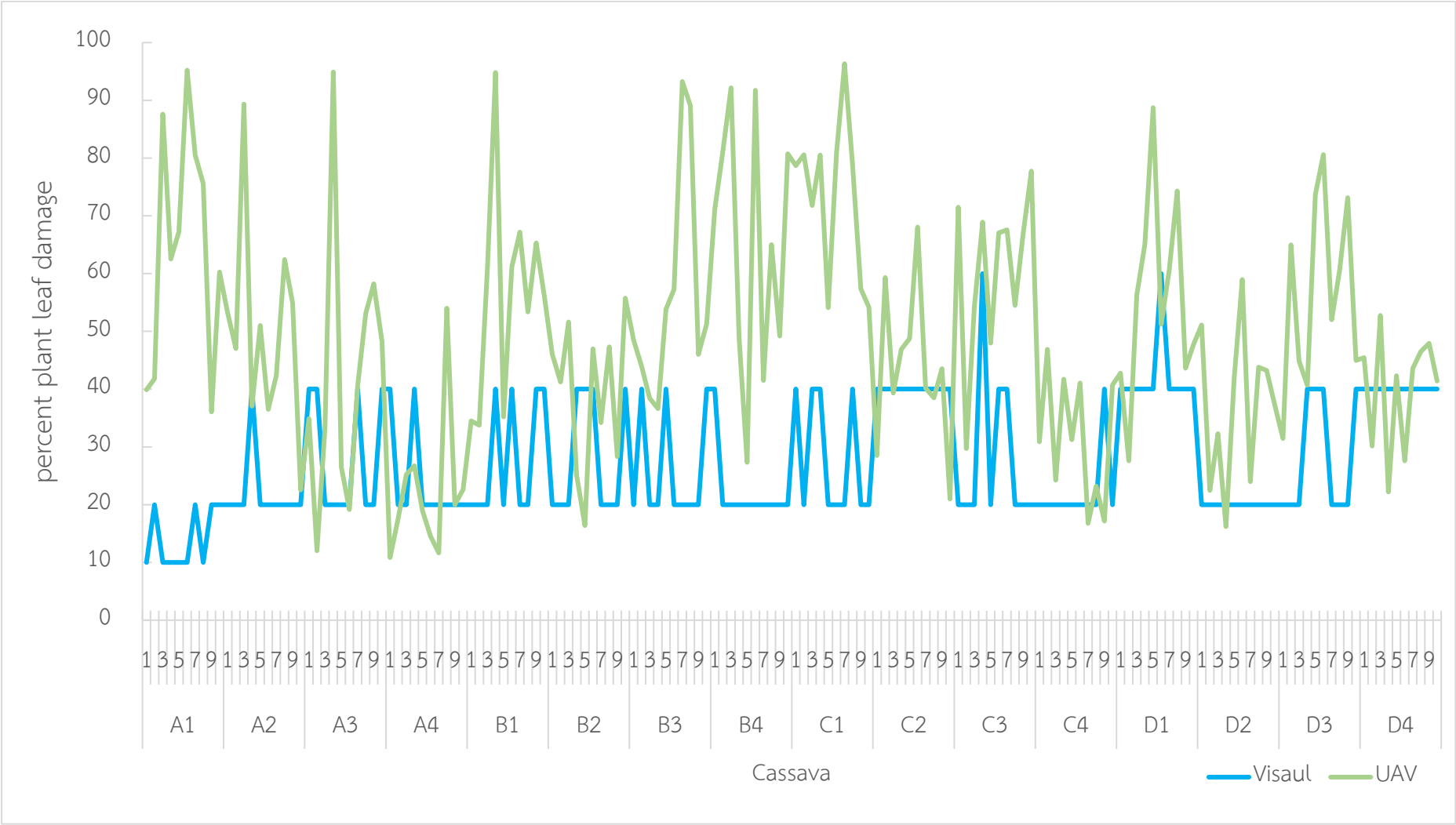


Figure 13 Compare percent plant leaf damage from UAV with visual assessments in first week

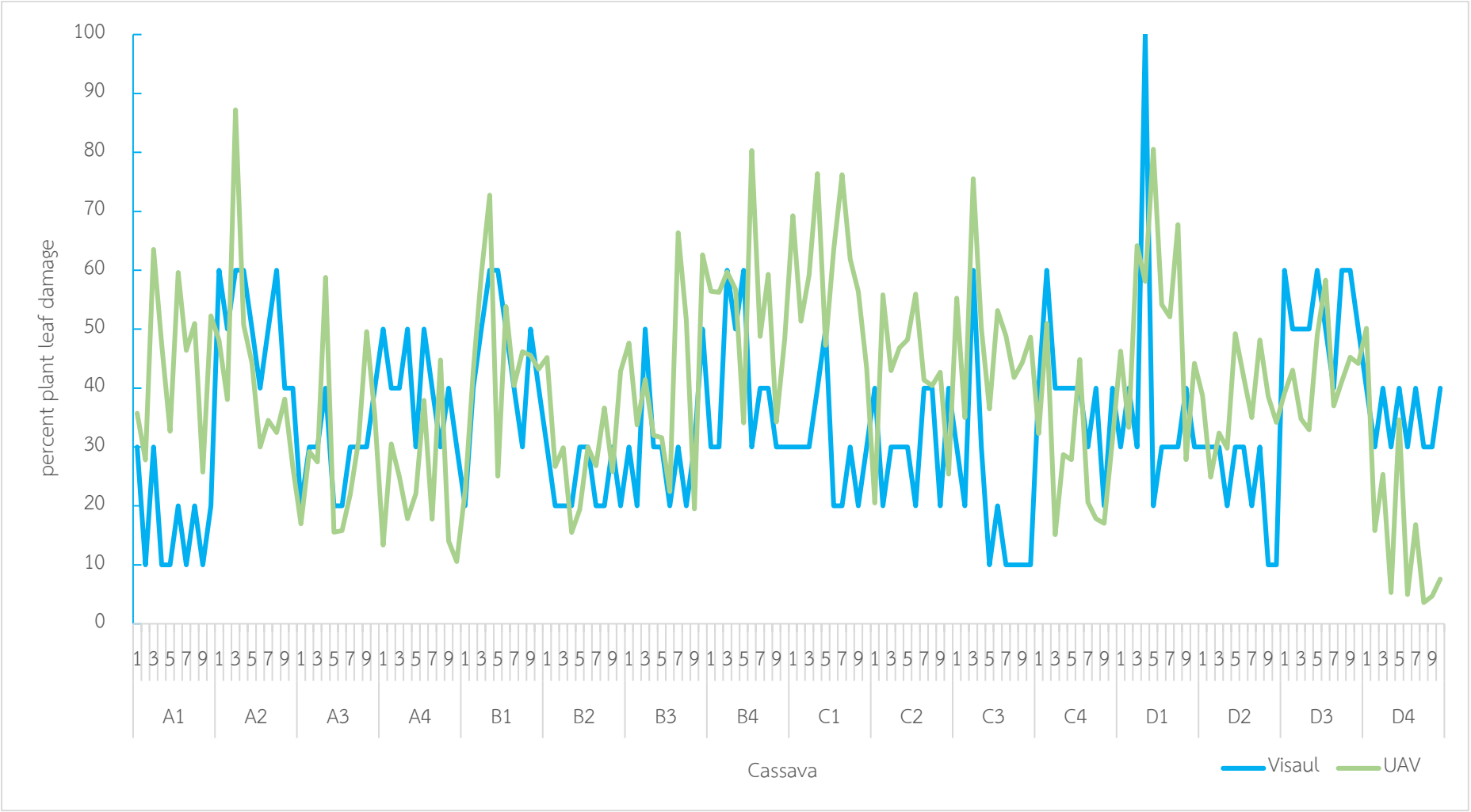


Figure 14 Compare percent plant leaf damage from UAV with visual assessments after 5 weeks

การศึกษาลักษณะอาการการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าว และแมลงดำหนามมะพร้าวจากภาพถ่าย

Study of the Damaged Symptom on Coconut Leaves by Coconut Black Headed Caterpillars and Coconut Leaf Beetles from the Photos

พัชรีวรรณ จงจิตเมตต์[1/] อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล[1/] วิชัย โอภานุกูล[2/]
อานนท์ สายคำฟู[2/] วลัยพร ศะศิประภา[3/]
[1/]กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช สถาบันวิศวกรรมการเกษตร
[3/]ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

Abstract

A study of the damaged symptom of the coconut leaves by coconut black headed caterpillar and coconut leaf beetle from photographs. The objective of this study was to study the technique of using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) equipped with a multispectral imaging camera to assess the situation that outbreaks or damage from coconut leaf beetle and coconut black headed caterpillar with precision and speed. The experiment was conducted from October 2019 to September 2021. Preliminary test was conducted at coconut plantation where the infestation of the coconut black headed caterpillar in moderate outbreak at Damnoen Saduak district, Ratchaburi province. Then the experiment was carried out at the coconut plantation where the infestation of the coconut black headed caterpillar was found slightly outbreak, and another plantation that infestation by coconut leaf beetle with slightly outbreak at Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province. The results of the photographic analysis of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) of coconut trees in the area revealed the infestation of coconut black headed caterpillar at Damnoen Saduak district Ratchaburi province found that the proportion of damaged leaf area to total leaf area of the whole coconut tree (%) had ranged from 0.5075-19.8805, when compared to the visual assessment of damaged leaf area (%) that was in the range from 1-55 (%), which when the results of the analysis of each tree are

รหัสการทดลอง 03-60-63-01-02-00-02-63

compared and showed in a linear graph. It was found that the two graph lines in the same tended line.

The NDVI of coconut trees randomly selected from trees heavily infested by coconut blackhead caterpillar in the plantation from March to September 2021 were averaged 0.2401, 0.6648, 0.3598, 0.4076, 0.7502, 0.3808 and 0.3660, respectively. As for the coconut trees that randomly selected a tree that was heavily infested by coconut leaf beetle with an average of 0.6753, 0.1865, 0.2127, 0.4110, 0.7349, 0.3957 and 0.3740, respectively. The NDVI of healthy coconut trees that selected in infested field with coconut black headed caterpillar was averaged 0.6431 and in infested plantation with coconut leaf beetle was averaged 0.5245. Assessing the changing situation of coconut trees those are long-lived plants should require a longer study period of 3-5 years in order to obtain a comparative database in depth. It could be clearly explain the damaged leaf are of coconut plants from the NDVI.

Keywords: coconut black headed caterpillar, coconut leaf beetle, multispectral imaging camera, Unmanned Aerial Vehicle, drone

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะอาการการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวและแมลงดำหนามมะพร้าวจากภาพถ่ายทางอากาศ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้อากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งกล้องถ่ายภาพ multispectral imaging camera ในการประเมินสถานการณ์การระบาดหรือความเสียหายจากแมลงดำหนามมะพร้าว และหนอนหัวดำมะพร้าวที่มีความแม่นยำและรวดเร็ว ดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564 เบื้องต้นได้ทำการทดสอบที่แปลงมะพร้าวที่พบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในระดับปานกลาง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ต่อมาจึงทดสอบที่แปลงมะพร้าวที่พบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในระดับเล็กน้อย และแปลงมะพร้าวที่พบการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวระดับเล็กน้อย ที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการวิเคราะห์ภาพถ่ายค่าดัชนีพืชพรรณ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ของต้นมะพร้าวในพื้นที่พบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าว อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี พบว่าสัดส่วนพื้นที่ใบที่เสียหายต่อพื้นที่ใบรวมทั้งหมดของทั้งต้น (%) ในแปลงมะพร้าวทดสอบนี้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.5075-19.8805 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการประเมินรอยทำลายที่ใบมะพร้าวด้วยสายตา (%) พบว่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1-55 (%) ซึ่งเมื่อนำมาผลการวิเคราะห์ของแต่ละต้นมาเปรียบเทียบและแสดงผลในเชิงเส้นกราฟ พบว่าเส้นกราฟทั้ง 2 เส้นมีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกัน

ค่าดัชนีพืชพรรณของต้นมะพร้าวที่สุ่มเลือกต้นที่ถูกหนอนหัวดำมะพร้าวทำลายมากในแปลงที่พบการระบาดตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน 2564 มีค่าเฉลี่ย 0.2401 0.6648 0.3598 0.4076

0.7502 0.3808 และ 0.3660 ตามลำดับ สำหรับค่าดัชนีพืชพรรณของต้นมะพร้าวที่สุ่มเลือกต้นที่ถูกแมลงดำหนามมะพร้าวทำลายมากในแปลงที่พบการระบาดมีค่าเฉลี่ย 0.6753 0.1865 0.2127 0.4110 0.7349 0.3957 และ 0.3740 ตามลำดับ ซึ่งค่าดัชนีพืชพรรณของต้นมะพร้าวที่สมบูรณ์ของแปลงที่พบหนอนหัวดำมะพร้าวระบาดมีค่าเฉลี่ย 0.6431 และแปลงที่พบแมลงดำหนามมะพร้าวระบาดมีค่าดัชนีพืชพรรณมีค่าเฉลี่ย 0.5245 ซึ่งการประเมินสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของต้นมะพร้าวหรือพืชที่มีอายุยืนในแปลงปลูกควรต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษายาวนานขึ้น 3-5 ปี เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงลึกได้มากขึ้น ซึ่งจะสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของพืชจากค่าดัชนีพืชพรรณได้อย่างชัดเจน

คำหลัก : หนอนหัวดำมะพร้าว แมลงดำหนามมะพร้าว กล้องถ่ายภาพ multispectral imaging camera อากาศยานไร้คนขับ โดรน

คำนำ

แมลงดำหนามมะพร้าว และหนอนหัวดำมะพร้าว เป็นแมลงศัตรูมะพร้าวที่พบการระบาดอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2547 และ 2550 ตามลำดับ แมลงทั้ง 2 ชนิดเป็นแมลงศัตรูพืชต่างถิ่น ทำความเสียหายให้กับต้นมะพร้าวโดยทำลายใบมะพร้าวทั้งส่วนยอดใบที่ยังไม่คลี่ ได้แก่ แมลงดำหนามมะพร้าว *Brontispa longissima* (Gestro) และทำลายทางใบล่าง ได้แก่ หนอนหัวดำมะพร้าว *Opisina arenosella* Walker แมลงทั้ง 2 ชนิดนี้ทำลายใบมะพร้าวได้ทั้งต้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการทำลาย และมีโอกาสพบแมลงทั้ง 2 ชนิดร่วมกันเข้าทำลายทั้งทางใบยอดและทางใบล่างได้พร้อมกันทำให้สูญเสียผลผลิตมะพร้าว เกษตรกรได้รับผลกระทบโดยตรงเนื่องจากสูญเสียรายได้จากผลผลิตมะพร้าว อีกทั้งต้นมะพร้าวที่ถูกแมลงทั้ง 2 ชนิดนี้ลงทำลายทำให้ใบมะพร้าวมีอาการแห้งกลายเป็นสีน้ำตาล หมดความสวยงาม ทำให้แหล่งท่องเที่ยวที่มีต้นมะพร้าวเป็นสัญลักษณ์หมดความสวยงาม

การป้องกันกำจัดจึงควรต้องเร่งดำเนินการทันทีเมื่อพบร่องรอยการทำลาย เนื่องจากมะพร้าวมีลักษณะ ลำต้นที่สูง บางครั้งพบสูงกว่า 30 เมตร ทำให้การพ่นสารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงเป็นเรื่องที่ยากและเป็นอันตรายต่อตัวเกษตรกร ถึงแม้จะมีวิธีการใช้สารเคมีแบบเจาะเข้าลำต้น แต่มักจะพบการใช้สารเคมีที่เกินอัตราแนะนำและไม่ถูกต้องซึ่งอาจส่งผลให้เกิดสารตกค้างในผลมะพร้าว และผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการผลิตมะพร้าว ดังนั้นการลดการใช้สารเคมีและการป้องกันกำจัดที่ได้ผลดีและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสวนมะพร้าวรุนแรง คือการเฝ้าระวังการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดนี้ โดยเทคนิคหนึ่งที่คาดว่าจะสามารถประเมินสถานการณ์หรือร่องรอยการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชในพืชที่มีลักษณะลำต้นสูงเช่นมะพร้าวนี้ คือ การใช้โดรนหรืออากาศยานไร้คนขับที่สามารถบินขึ้นสำรวจและตรวจสอบลักษณะอาการของทางใบมะพร้าวที่ผิดปกติ หรือการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างของทางใบในกรณีที่เกิดการทำลายของแมลงศัตรูมะพร้าวชนิดอื่นๆ ได้

การนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการป้องกันกำจัดและประเมินสถานการณ์การระบาดของศัตรูพืช เป็นที่นิยมกันมากในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ยุโรป และญี่ปุ่น ในปัจจุบันแม้กระทั่งประเทศสมาชิกในประชาคมอาเซียน เช่น มาเลเซีย อินเดีย และจีน ได้มีการทำวิจัยและนำระบบนี้เข้ามาประยุกต์ใช้เช่นกัน (ธีรเกียรติ์, 2558) เช่น การประเมินสถานการณ์การระบาดของโรคในถั่วเหลืองหรือในข้าว เป็นต้น (Bravo *et al*., 2003; Mairhofer *et al*., 2009) หรือการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืช ซึ่งสามารถลดการใช้สารเคมีไปได้กว่า 30 เปอร์เซ็นต์ (Gerhards *et al*., 2006; Christensen *et al*., 2009) สำหรับในประเทศไทยการสำรวจและการป้องกันกำจัดยังคงใช้แรงงานคนเป็นหลัก บางครั้งเนื่องจากข้อจำกัดด้านทรัพยากรบุคคลทำให้ไม่สามารถสำรวจและแจ้งเตือนได้ทัน จนเป็นสาเหตุให้การระบาดเกิดขึ้นเป็นวงกว้าง นอกจากนี้การใช้แรงงานคนในการพ่นสารเคมียังเป็นเรื่องยากที่จะควบคุมประสิทธิภาพในการทำงาน ตลอดจนอัตราการใช้สารที่เหมาะสม อีกทั้งยังพบความเสี่ยงในเรื่องของการสัมผัสสารเคมีของผู้ปฏิบัติอีกด้วย

นอกเหนือจากการนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้ว พบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆ ได้แก่ การพ่นฮอร์โมน การพ่นปุ๋ยทางใบ การพ่นสารเพื่อเพิ่มความหวานในอ้อย ตลอดจนนำมาใช้ในการประเมินการขาดธาตุอาหารของพืชได้อีกด้วย การใช้เทคโนโลยีดังกล่าวเป็นการผสมผสานเทคโนโลยีต่างๆ ได้แก่ เทคโนโลยีในการระบุพิกัด (Global Positioning System (GPS)) เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System (GIS)) เทคโนโลยีการรับรู้ระยะใกล้และไกล (Ambient Sensing และ Remote Sensing) เข้าด้วยกัน ซึ่งเมื่อมีการนำมาประยุกต์ใช้อย่างเต็มระบบแล้ว จะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลกับงานทางด้านการเกษตร (Zijlstra *et al*., 2011) ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าว เพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์และแก้ไขปัญหาศัตรูมะพร้าว และรวมถึงพืชชนิดต่างๆ ตลอดจนเป็นการวางมาตรฐาน เพื่อเป็นคำแนะนำและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกร ตลอดจนใช้ในการต่อยอดเพื่อพัฒนาระบบการอารักขาพืชแม่นยำสูงซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศสู่การเกษตร 4.0 ของไทย วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการประเมินสถานการณ์การระบาดหรือความเสียหายจากแมลงดำหนามมะพร้าว และหนอนหัวดำมะพร้าวที่มีความแม่นยำและรวดเร็ว

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องบอกพิกัดตำแหน่ง GPS
2. อากาศยานไร้คนขับติดกล้อง Multispectral imaging camera
3. คอมพิวเตอร์ติดตั้งโปรแกรมประมวลผล

วิธีการ

ทำการประเมินความเสียหายจากการทำลายของแมลงด้วยค่าดัชนีพืชพรรณ ซึ่งดัชนีพืชพรรณมีผู้พัฒนาไว้หลากหลาย สำหรับการศึกษานี้เลือกใช้ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบนอมัลไลซ์ (Normalized difference vegetation index, NDVI) คือค่าดัชนีการสะท้อนแสง นิยมนำมาใช้ในงานวิจัยทางการเกษตรทั่วไป (Samseemoung *et al*., 2011) สามารถหาค่าได้จากสมการดังนี้

$$NDVI = (pNIR - pR)/(pNIR + pR)$$

โดยที่ pNIR หมายถึง ค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นใกล้ อินฟราเรด 800 nm และ pR หมายถึง ค่าการสะท้อนแสง ในช่วงคลื่นสีแดง 650 nm

ทำการศึกษาลักษณะอาการการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวและแมลงดำหนามมะพร้าวจากภาพถ่ายในแปลงที่พบการระบาด โดยดำเนินการบินถ่ายภาพโดยใช้อากาศยานไร้คนขับติดกล้อง Multispectral imaging camera ที่แปลงมะพร้าวที่พบหนอนหัวดำมะพร้าวระบาดเดือนมิถุนายน 2563 ที่อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และถ่ายภาพทุก 1 เดือน ระหว่างเดือนมีนาคมถึงกันยายน 2564 ในแปลงมะพร้าวที่มีการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าว ได้แก่ หนอนหัวดำมะพร้าว ที่ตำบลทับใต้ และแมลงดำหนามมะพร้าว ที่ตำบลหินเหล็กไฟ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยทำการบินถ่ายภาพ 3 รอบการบิน ครอบคลุมพื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 5 ไร่ พื้นที่การบินมีลักษณะตามถ่ายภาพ Figure 6 กำหนดความละเอียดของภาพให้เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของพื้นดิน บันทึกข้อมูลภาพจากต้นพืชปกติและต้นพืชที่ถูกเข้าทำลาย และบันทึกภาพถ่ายช่วงคลื่นความละเอียดสูง (multispectral imaging) ทำการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพถ่าย ผลิตเป็นแผนที่ภาพถ่ายออร์โธ และแผนที่ดัชนีพืชพรรณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>การสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ</u>

ดำเนินการวางแผนสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ ครอบคลุมแปลงพื้นที่ A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 และ D4 โดยใช้อากาศยานและ Sensor สำหรับการผลิตภาพถ่ายทางอากาศ โดยดำเนินการบินถ่ายภาพ 1 รอบการบิน แปลงพื้นที่การบินถ่ายด้วยความละเอียดของภาพที่ความสูง 50 เมตร บันทึกภาพซ้อนทับภายแนวบิน (Overlap) ร้อยละ 80 และบันทึกภาพซ้อนทับระหว่างแนวบิน (Sidelap) ร้อยละ 80

<u>การประมวลผล</u>

จากภาพออร์โธที่ได้จึงนำเข้าภาพเพื่อสร้างการจัดเรียงตำแหน่งภาพตามตำแหน่งการถ่ายภาพ (Align Photos) แล้วจำลองข้อมูลภาพให้เป็น 3 มิติ โดยใช้จุดหรือกลุ่มก้อนของวัตถุที่ได้จากภาพตามการสะท้อนที่ Sensor ได้รับ โดยข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข ในแปลงมะพร้าวแปลงที่พบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวมีความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) ต่ำสุด 44.2 เมตร (สีน้ำเงิน) และ สูงสุด 66.0 เมตร (สีแดง) (Figure 11) และแปลงมะพร้าวที่พบการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวมีความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea

Level) ต่ำสุด 41 เมตร (สีน้ำเงิน) และ สูงสุด 63.6 เมตร (สีแดง) (Figure 11) แล้วดำเนินการผลิตภาพออร์โธ ความละเอียดจุดภาพ 3.40 เซนติเมตร (Figure 14)

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ: ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ: - ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

- แปลงมะพร้าวของเกษตรกร อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี
- แปลงมะพร้าวของเกษตรกร ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
- แปลงมะพร้าวของเกษตรกร ตำบลหินเหล็กไฟ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

<u>แปลงหนอนหัวดำมะพร้าวระบาด ที่อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี</u>

จากการลงพื้นที่ดำเนินการถ่ายภาพทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับติดกล้อง multispectral imaging camera และนำภาพถ่ายที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณของต้นมะพร้าวในพื้นที่พบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าว (Figure 1-9) เปรียบเทียบกับค่าการประเมินเปอร์เซ็นต์รอยทำลายที่ใบมะพร้าวด้วยสายตา พบว่าสัดส่วนพื้นที่ใบที่เสียหายต่อพื้นที่ใบรวมทั้งหมดของทั้งต้น (%) ในแปลงมะพร้าวทดสอบนี้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.5075-19.8805 และเมื่อประเมินรอยทำลายด้วยสายตา (%) พบว่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1-55 (%) (Table 1) ซึ่งเมื่อนำผลการวิเคราะห์ของแต่ละต้นมาเปรียบเทียบและแสดงผลในเชิงเส้นกราฟ พบว่าเส้นกราฟ ทั้ง 2 เส้นมีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกัน (Figure 10)

<u>แปลงหนอนหัวดำมะพร้าวระบาด ที่ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์</u>

ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน สามารถวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ของต้นมะพร้าวที่สุ่มเลือกต้นที่ถูกหนอนหัวดำมะพร้าวทำลายมากในแปลงที่พบการระบาด ดังนี้ เดือนมีนาคม ค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.1031 ถึง 0.3683 มีค่าเฉลี่ย 0.2401 เดือนเมษายน ค่า NDVI อยู่ในช่วง -0.0178 ถึง 1 มีค่าเฉลี่ย 0.6648 เดือนพฤษภาคม ค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.1159 ถึง 0.5441 มีค่าเฉลี่ย 0.3598 เดือนมิถุนายน ค่า NDVI อยู่ในช่วง -0.5696 ถึง 1 มีค่าเฉลี่ย 0.4076 เดือนกรกฎาคม ค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.1196 ถึง 1 มีค่าเฉลี่ย 0.7502 เดือนสิงหาคม ค่า NDVI อยู่ในช่วง -0.5227 ถึง 0.9637 มีค่าเฉลี่ย 0.3808 เดือนกันยายน ค่า NDVI อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 มีค่าเฉลี่ย 0.3660 (Table 2)

<u>แปลงแมลงดำหนามมะพร้าวระบาด ที่ตำบลหินเหล็กไฟ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์</u>

ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน สามารถวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ของต้นมะพร้าวที่สุ่มเลือกต้นที่ถูกแมลงดำหนามมะพร้าว

ทำลายมากในแปลงที่พบการระบาด ดังนี้ เดือนมีนาคม ค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.40 ถึง 0.8140 มีค่าเฉลี่ย 0.6753 เดือนเมษายน ค่า NDVI อยู่ในช่วง -0.6854 ถึง 1 มีค่าเฉลี่ย 0.1865 เดือนพฤษภาคม ค่า NDVI อยู่ในช่วง -0.2961 ถึง 0.4257 มีค่าเฉลี่ย 0.2127 เดือนมิถุนายน ค่า NDVI อยู่ในช่วง -0.4886 ถึง 1 มีค่าเฉลี่ย 0.4110 เดือนกรกฎาคม ค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.0657 ถึง 0.9840 มีค่าเฉลี่ย 0.7349 เดือนสิงหาคม ค่า NDVI อยู่ในช่วง -0.5055 ถึง 1 มีค่าเฉลี่ย 0.3957 เดือนกันยายน ค่า NDVI อยู่ในช่วง -0.6387 ถึง 1 มีค่าเฉลี่ย 0.3740 (Table 2)

ทั้งนี้ค่า NDVI ของต้นมะพร้าวของทั้ง 2 แปลงที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละเดือนมีความผกผันแต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า NDVI ของต้นมะพร้าวที่สมบูรณ์ของแปลงที่พบหนอนหัวดำมะพร้าวระบาดพบว่ามีค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.3302-0.8079 มีค่าเฉลี่ย 0.6431 และแปลงที่พบแมลงดำหนามมะพร้าวระบาดมีค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.1901-0.7631 มีค่าเฉลี่ย 0.5245 และเมื่อนำค่า NDVI มาวิเคราะห์หาร้อยละของพื้นที่ใบดี และใบเสีย เปรียบเทียบกับการประเมินรอยทำลายของแมลงที่ทางใบมะพร้าวด้วยสายตาในเบื้องต้น พบว่าผลการประเมินเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ข้อมูลมีความผกผันเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาในการดำเนินการเพียง 7 เดือน คือตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายนนั้น มีทั้งช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน จำนวนแมลงในแปลงมะพร้าวมีจำนวนขึ้นลงมากน้อยเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล จึงส่งผลให้การระบาดหรือรอยทำลายที่ปรากฏบนใบมะพร้าวที่เกิดขึ้นใหม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยต่างๆ ดังกล่าว ดังนั้นการประเมินสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของต้นมะพร้าวหรือพืชที่มีอายุยืนในแปลงปลูกควรต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษายาวนานขึ้น 3-5 ปี เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงลึกได้มากขึ้น ซึ่งจะสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของพืชจากค่า NDVI ได้อย่างชัดเจน

นอกจากนี้จากภาพถ่ายทางอากาศสามารถวิเคราะห์และตรวจนับจำนวนทางใบมะพร้าวและสามารถประเมินความเสียหายรอยทำลายของแมลงในแต่ละทางใบมะพร้าวได้ดัง Table 3-4 ซึ่งผลที่ได้เมื่อเทียบกับการตรวจนับด้วยสายตาทางภาคพื้นดินก็ยังคงมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นสามารถใช้ภาพถ่ายทางอากาศแทนการทำงานในภาคพื้นดินซึ่งช่วยให้สะดวกต่อการทำงาน ประหยัดเวลา และมีความปลอดภัย ลดโอกาสเสี่ยงต่อการถูกสัตว์มีพิษทำร้ายในแปลงมะพร้าวได้

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้อากาศยานไร้คนขับติดกล้อง multispectral imaging camera เพื่อวิเคราะห์ภาพถ่ายค่าดัชนีพรรณพืชของต้นมะพร้าว พบว่าสัดส่วนพื้นที่ใบที่เสียหายต่อพื้นที่ใบรวมทั้งหมดของทั้งต้น (%) สามารถใช้เปรียบเทียบกับค่าการประเมินเปอร์เซ็นต์รอยทำลายที่ใบมะพร้าวด้วยสายตาได้มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นการใช้อากาศยานไร้คนขับเพื่อถ่ายภาพในมุมกว้างของพื้นที่สวนมะพร้าวขนาดใหญ่ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินความเสียหายของต้นมะพร้าวที่เกิดจากการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และเนื่องด้วยพื้นที่ปลูกมะพร้าวในประเทศไทยมีความหลากหลาย เช่น ปลูกเป็นร่องสวน ปลูก

ในพื้นที่ราบ หรือในพื้นที่เชิงเขาภูเขา การใช้อากาศยานไร้คนขับสามารถบินเข้าทำการประเมินได้ทุกพื้นที่ บางกรณีพื้นที่เป็นร่องสวนพบปัญหาน้ำท่วมแปลงไม่สามารถเดินเข้าสำรวจภายในแปลงได้ การใช้อากาศยานไร้คนขับจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินงาน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของพื้นที่แปลงทดลอง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี และอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงมะพร้าวสำหรับทำการทดลองจนประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณ นายรัชชัย ประดับวงศ์ นักวิชาการเกษตร นางสาวกุลธิดา ทองสิน เจ้าพนักงานประจำห้องทดลอง ที่ช่วยปฏิบัติงานการทดลองครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณ นายกัมปนาท ศิริเรือง และทีมงาน ที่ช่วยดำเนินการทางด้านภาพถ่ายทางอากาศตลอดการทดลองจนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ. 2558. *PRECISION FARMING/SMART FARM*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://nanotech.sc.mahidol.ac.th/i-sense/precision_farming.html (12 พฤษภาคม 2558).

Bravo, C., D. Moshou, J. West, A. McCartney and H. Ramon. 2003. Early disease detection in wheat fields using spectral reflectance. Biosyst. Engng. 84: 137-145.

Christensen, S., H.T. Søgaard, P. Kudsk, M. Nørremark, I. Lund and E.S. Nadimi. 2009. Site-specific weed control technologies. Weed Res. 49: 233-241.

Gerhards, R. and H. Oebel. 2006. Practical experiences with a system for site specific weed control in arable crops using real-time image analysis and GPS-controlled patch spraying. Weed Res. 46: 55-70.

Mairhofer, J., K. Roppert and P. Ertl. 2009. Microfluidic systems for pathogen sensing: a review. Sensors 9: 4804-4823.

Samseemoung, G. P., Soni, H.P.W. Jayasuriya and V.M. Salokhe. 2012. Application of low altitude remote sensing (LARS) platform for monitoring crop growth and weed infestation in a soybean plantation. Precision Agric. 13:611–627.

Zijlstra, C., I. Lund, A.F. Justesen, M. Nicolaisen, P.K. Jensen, V. Bianciotto, K. Posta, R. Balestrini, A. Przetakiewicz, E. Czembor and J. van de Zande. 2011. Combining novel monitoring tools and precision application technologies for integrated high-tech crop protection in the future (a discussion document). Pest Manag Sci. 67: 616-625.

Table 1 The analyzing damaged leaf area from the coconut black headed caterpillar by Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photographs and visual assessment in June 18th 2020 at Damnoen Saduak district, Ratchaburi province.

Marking on coconut tree	Assessment with multispectral camera			Visual assessment	
	Damaged leaf area (%)	Healthy leaf area (%)	Proportion/total (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)
1	3.0337	16.3115	15.6821	15	50
2	0.1227	24.0706	0.5075	22	10
3	1.4065	26.6792	5.0081	26	30
4	0.8835	25.8841	3.3008	25	20
5	1.4067	19.5777	6.7038	21	30
6	5.1028	21.2648	19.3526	24	40
7	2.2588	26.7740	7.7803	26	30
8	1.2365	33.6857	3.5407	18	30
9	5.1862	9.27409	35.8655	14	15
10	2.5233	30.7649	7.5804	23	40
11	0.4480	41.8002	1.0604	28	20
12	0.4327	11.9074	3.5065	17	20
13	2.2431	23.0207	8.8788	22	30
14	3.9118	29.1432	11.8343	20	50
15	3.7007	24.5279	13.1098	24	50
16	2.2913	21.3913	9.6750	21	50
17	3.8946	15.6957	19.8805	18	50
18	3.9450	18.3713	17.6779	18	50
19	5.3257	28.1902	15.8902	24	50
20	2.6168	21.4186	10.8873	19	45
21	0.8178	32.6003	2.4473	26	20
22	1.2987	15.9839	7.5144	17	15
23	4.3042	18.9843	18.4820	28	45

Table 1 The analyzing damaged leaf area from the coconut black headed caterpillar by Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photographs and visual assessment in June 18th 2020 at Damnoen Saduak district, Ratchaburi province. (continue)

Marking on coconut tree	Assessment with multispectral camera			Visual assessment	
	Damaged leaf area (%)	Healthy leaf area (%)	Proportion/total (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)
24	0.7306	27.6217	2.5770	23	25
25	1.0853	19.7625	5.2060	24	40
26	-	-	-	-	-
27	1.7718	21.6173	7.5755	20	35
28	3.5850	34.2831	9.4672	23	50
29	2.8833	31.5255	8.3796	24	40
30	4.6243	31.0790	12.9522	30	45
31	4.2983	31.5443	11.9922	31	30
32	0.4067	17.100	2.3233	20	15
33	0.8064	19.5012	3.9712	21	1
34	0.4086	26.4474	1.5216	24	15
35	2.68211	37.9910	6.5943	26	40
36	4.0277	32.2877	11.0910	21	35
37	0.4334	21.5625	1.9706	25	30
38	1.7442	25.8327	6.3249	21	30
39	0.2296	21.9699	1.0344	21	5
40	1.1547	17.3134	6.2525	21	28
41	4.1410	21.8341	15.9423	22	55
42	2.2749	19.6461	10.3780	22	40
43	1.7197	24.2959	6.6105	22	20
44	3.7242	19.2705	16.1960	22	55
45	1.7126	25.1835	6.3677	21	25
46	0.3346	27.7749	1.1905	25	5

Table 2 Normalized difference vegetation index of coconut trees in the coconut plantation that infestation by coconut black headed caterpillar in Thap Tai sub-district, and the coconut plantation that infestation by coconut leaf beetle at Hin Lek Fai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province during March to September 2021.

Month	Normalized difference vegetation index of coconut trees infestation by 2 insects			
	Coconut black headed caterpillar		Infestation by coconut leaf beetle	
	Min. - Max.	Mean	Min. - Max.	Mean
March	0.1031 - 0.3683	0.2401	0.4000 - 0.8140	0.6753
April	-0.0178 - 1	0.6648	0.6854 - 1	0.1865
May	0.1159 - 0.5441	0.3598	0.2961 - 0.4257	0.2127
June	-0.5696 - 1	0.4076	-0.4886 - 1	0.4110
July	0.1196 - 1	0.7502	0.0657 - 0.9840	0.7349
August	-0.5227 - 0.9637	0.3808	-0.5055 - 1	0.3957
September	-1 - 1	0.3660	-0.6387 - 1	0.3740

Table 3 Analyzing from multispectral imaging photos the number of coconut frond and percent damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut black headed caterpillar at Thap Tai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province during March to September 2021.

Marking on coconut tree	Number of coconut frond and percent damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut black headed caterpillar													
	March		April		May		June		July		August		September	
	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)
3	19	17.89	18	23.65	16	21.25	19	23.44	19	21.84	19	16.41	19	20.53
4	12	15.83	16	22.85	19	18.42	21	12.91	16	19.69	21	15.69	20	21.46
5	9	23.33	11	28.45	12	27.50	11	38.37	11	27.73	12	24.57	15	29.11
6	17	15.88	16	17.54	16	12.50	19	17.65	17	12.94	17	17.91	15	13.98
7	18	7.22	20	10.04	19	7.89	22	9.50	19	6.32	19	17.14	19	6.25
12	14	3.57	16	7.23	12	6.25	12	7.50	13	5.77	14	9.88	14	6.06
13	20	10.00	21	11.59	21	10.48	17	14.68	19	10.26	18	12.80	21	12.32
14	17	10.59	19	13.86	20	9.50	18	9.02	19	10.79	18	13.92	23	12.52
15	20	13.50	20	16.04	21	10.95	23	18.13	20	16.50	22	13.64	21	15.35
19	17	4.71	17	8.42	15	7.33	18	11.25	19	6.84	19	6.86	18	7.46
20	15	5.67	16	9.73	13	5.38	10	8.91	13	8.46	17	7.45	15	7.62
22	17	6.18	20	9.04	20	7.75	19	8.70	19	6.94	17	8.27	20	6.25
23	15	8.00	15	9.87	17	9.71	13	11.37	18	9.44	20	9.58	18	9.44
28	15	11.33	17	10.19	12	8.33	15	9.91	13	8.08	16	9.75	17	7.27
29	21	10.00	18	12.54	19	10.53	16	12.91	17	11.47	22	9.52	22	11.01

Table 3 Analyzing from multispectral imaging photos the number of coconut frond and percent damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut black headed caterpillar at Thap Tai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province during March to September 2021.

Marking on coconut tree	Number of coconut frond and percent damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut black headed caterpillar													
	March		April		May		June		July		August		September	
	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)
30	21	16.19	21	17.30	16	14.38	22	17.00	18	15.56	19	14.20	21	14.62
31	19	8.95	18	6.99	15	7.00	12	9.16	16	7.81	21	8.38	21	7.66
32	17	8.82	19	16.75	17	10.59	21	13.15	18	8.89	23	14.49	21	9.78
33	11	5.91	10	6.54	10	4.50	12	7.08	9	5.00	12	7.72	13	5.15
37	15	6.67	16	8.48	14	6.79	17	9.68	15	7.00	21	10.71	18	8.12
38	9	13.89	11	16.63	13	14.62	12	21.25	15	17.67	18	17.41	16	19.43
39	15	18.67	19	17.54	16	20.94	18	23.47	15	22.33	20	14.11	18	24.12
41	16	13.13	20	14.79	17	14.12	17	17.62	15	15.33	21	8.05	20	16.87
44	16	15.00	17	14.31	10	16.20	9	19.58	11	18.64	13	12.37	13	21.25
57	16	5.00	19	8.33	18	6.67	22	7.91	18	7.78	22	8.25	22	8.24

Table 4 Analyzing from multispectral imaging photos the number of coconut frond and percent damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut leaf beetle at Hin Lek Fai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province during March to September 2021.

Marking on coconut tree	Number of coconut frond and percent damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut leaf beetle													
	March		April		May		June		July		August		September	
	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)
4	25	41.23	25	46.28	23	40.39	23	38.28	29	42.07	26	36.33	28	46.30
29	26	46.40	20	52.20	26	49.56	21	46.93	22	52.73	24	35.42	23	70.20
42	25	35.48	22	32.25	24	32.97	22	39.78	24	35.83	23	35.65	21	42.70
54	19	34.92	19	36.22	20	30.67	17	35.57	19	32.63	16	36.72	18	44.40
69	34	18.36	31	15.71	25	14.72	25	15.38	26	16.54	29	33.98	27	16.30
86	20	42.99	25	39.38	23	45.00	28	37.77	28	40.18	24	31.42	27	43.80
87	21	46.26	28	43.90	15	50.03	19	49.56	25	47.20	21	35.15	24	46.30
98	31	23.39	24	21.24	23	26.25	20	24.82	22	23.86	23	26.63	22	33.20
99	22	39.86	21	43.60	19	40.28	20	43.18	23	41.52	22	35.76	21	35.80
100	19	30.34	23	32.92	23	28.72	22	32.60	22	32.27	21	37.80	18	35.50
101	28	44.52	28	46.62	22	40.32	26	44.52	25	42.00	21	33.23	23	45.00
114	23	36.62	24	34.94	19	31.92	21	32.93	25	33.60	20	31.37	18	33.00
115	27	20.65	27	20.65	22	19.90	23	16.74	25	18.60	25	28.64	27	16.60
123	28	34.71	24	41.05	22	35.45	25	39.56	25	37.32	24	43.04	26	29.90
124	25	42.97	23	37.06	23	34.69	22	42.97	26	39.42	24	36.07	25	44.60

Table 4 Analyzing from multispectral imaging photos the number of coconut frond and percent damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut leaf beetle at Hin Lek Fai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province during March to September 2021.(continue)

Marking on coconut tree	Number of coconut frond and percent damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut leaf beetle													
	March		April		May		June		July		August		September	
	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)	No. frond	Damaged leaf area (%)
127	22	37.23	27	34.73	20	37.23	24	36.16	25	35.80	23	37.41	23	33.00
128	28	23.24	26	24.00	17	25.28	22	24.51	28	25.54	26	29.29	22	33.50
129	27	45.23	29	35.54	23	36.35	24	43.21	26	40.38	23	34.98	25	35.60
131	37	51.71	34	54.43	31	53.34	27	56.06	35	54.43	23	51.42	28	61.60
132	18	40.38	20	41.52	17	38.86	19	40.38	21	38.10	21	39.87	23	48.00
133	22	48.65	24	47.17	25	45.21	20	50.12	29	49.14	27	46.43	26	55.10
140	22	33.46	29	34.89	24	34.18	24	33.11	25	35.60	25	44.14	21	37.80
141	24	38.62	22	30.96	26	32.70	24	38.97	24	34.79	18	35.98	21	29.60
142	27	23.02	28	26.17	23	21.32	24	23.75	26	24.23	23	35.92	27	31.30
143	23	38.21	30	43.23	22	35.12	22	40.52	32	38.59	22	39.71	20	46.00

Figure 1 The operation by coconut black-headed caterpillar with a multispectral imaging camera on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in a coconut plantation at Damnoen Saduak district, Ratchaburi province

Figure 2 A multispectral imaging camera on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) used in this study

Figure 3 Calibrated Reflectance Panels for MicaSence camera

Figure 4 Multispectral imaging camera (MicaSence RedEdge MX) at 475 nm. (Blue), 560 nm. (Green), 668 nm. (Red), 717 nm. (Red edge) and 842 nm. (Near Infrared)

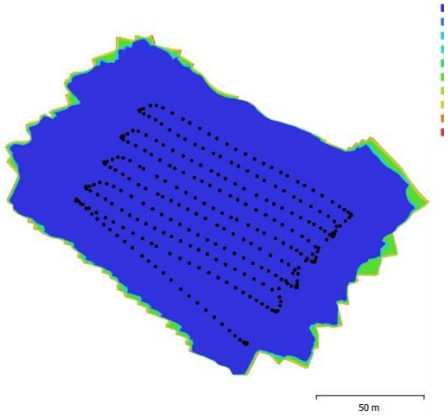


Figure 5 The coconut plantation area boundary is located in Damnoen Saduak district, Ratchaburi province

Figure 6 The scope of flight, take pictures with Unmanned Aerial Vehicle (UAV) at the coconut plantation area in Damnoen Saduak district, Ratchaburi province

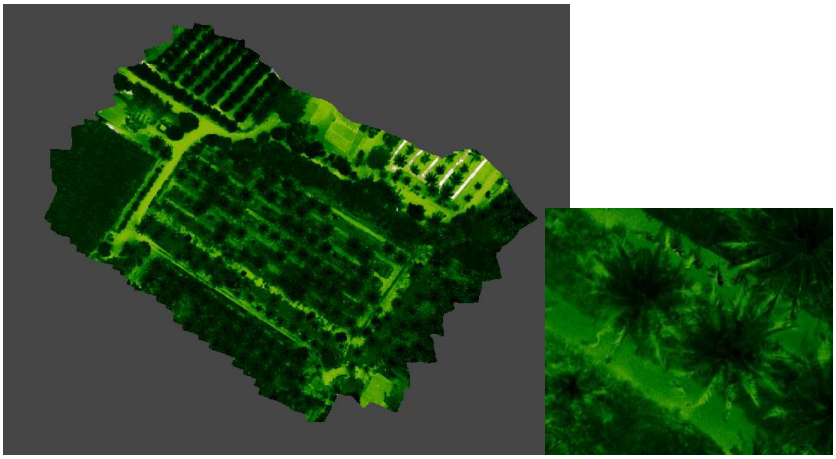


Figure 7 The ortho photos from a survey flight at the coconut plantation area in Damnoen Saduak district, Ratchaburi province

Figure 8 Normalized difference vegetation index photo of the coconut plantation area in Damnoen Saduak district, Ratchaburi province

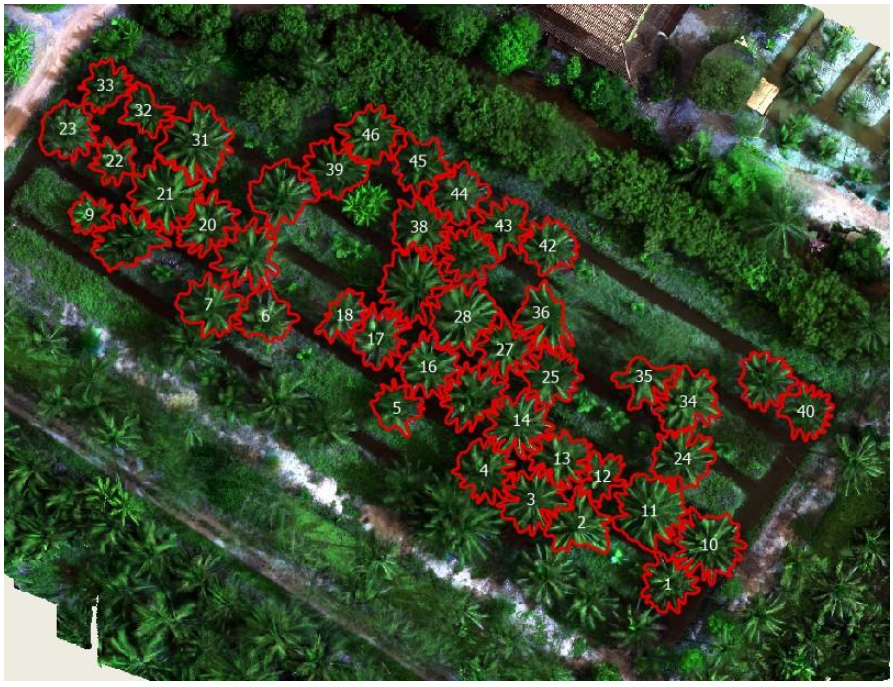


Figure 9 Marking the coconut trees for analyzing the damaged leaf area at Damnoen Saduak district, Ratchaburi province

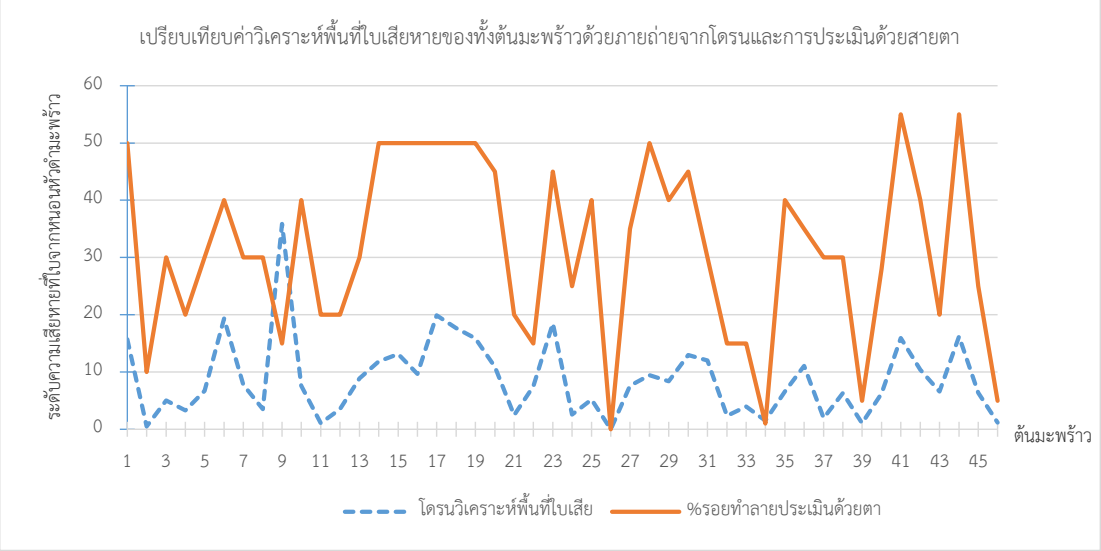


Figure 10 Analyzed the damaged leaf area from the coconut black headed caterpillarby Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photographs and visual assessment in June 18th 2020 at Damnoen Saduak district, Ratchaburi province

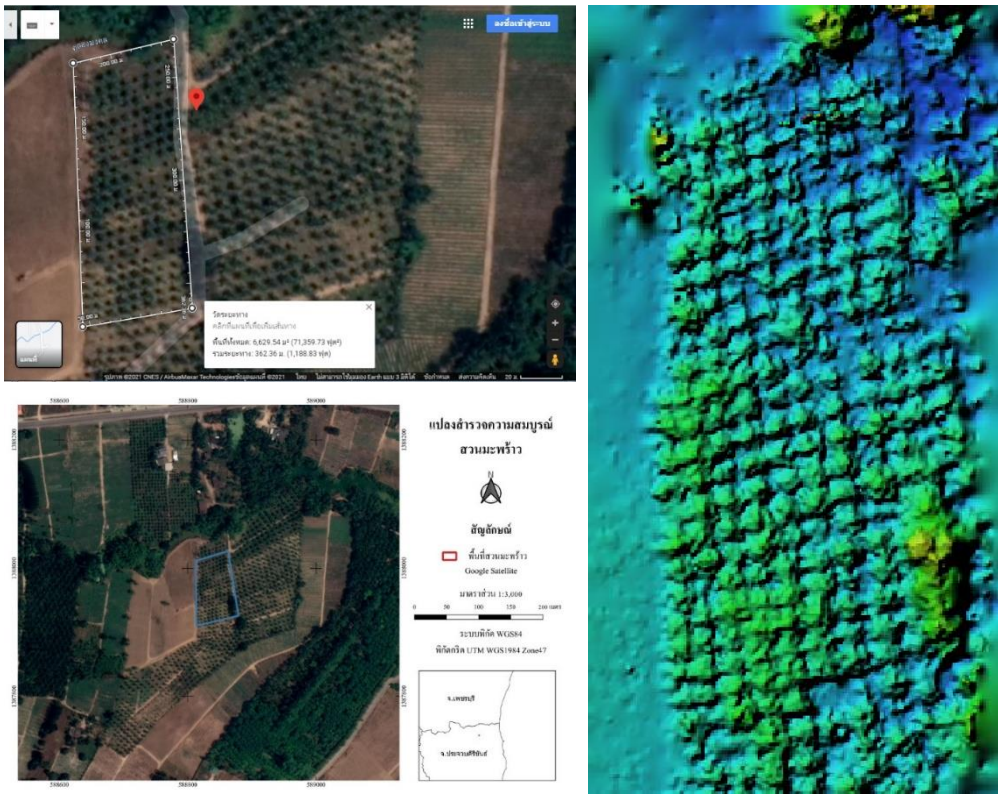


Figure 11 Digital terrain model of the coconut plantation area that infestation by coconut black headed caterpillar at Thap Tai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province

Figure 12 The coconut plantation that infestation by coconut black headed caterpillar in Thap Tai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province at Thap Tai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province

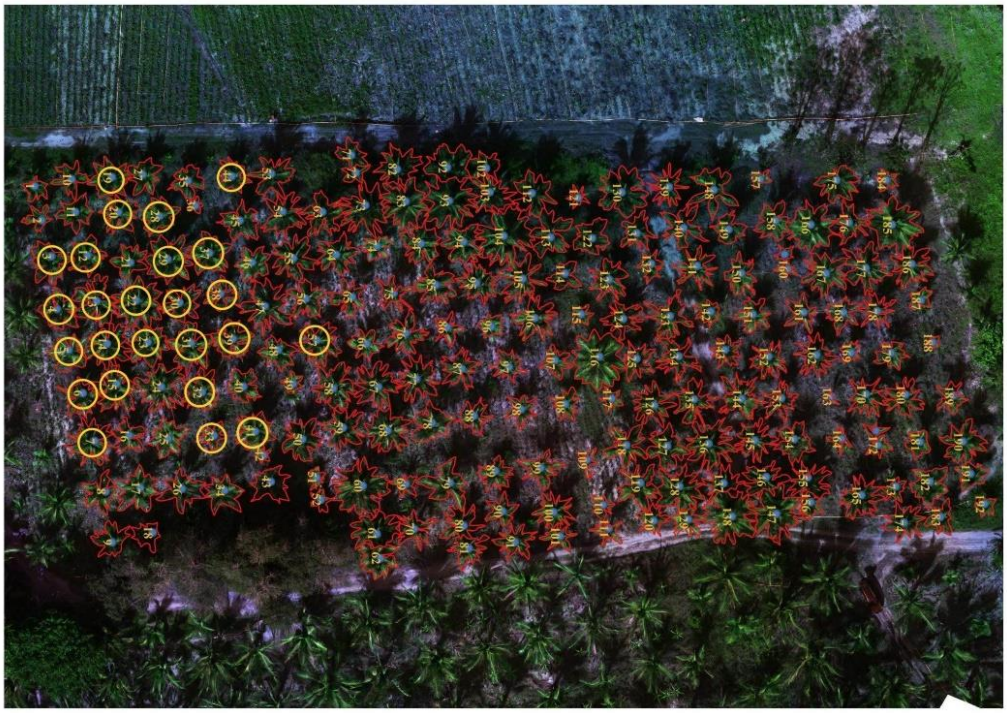


Figure 13 Marking on coconut trees for assessment the damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut black headed caterpillar

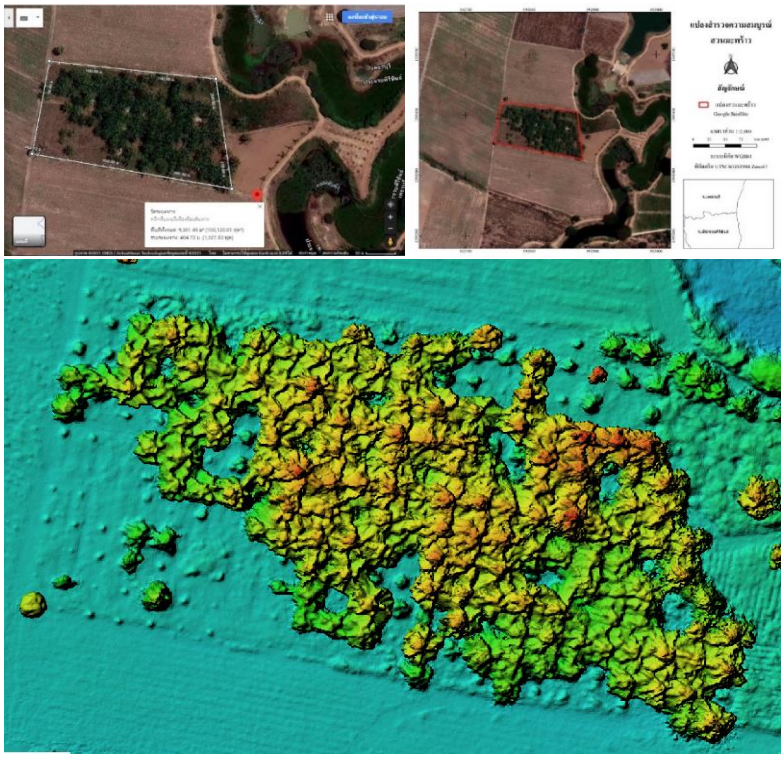


Figure 14 Digital terrain model of the coconut plantation area that infestation by coconut leaf beetle at Hin Lek Fai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province

Figure 15 The coconut plantation that infestation by coconut leaf beetle at Hin Lek Fai sub-district, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province

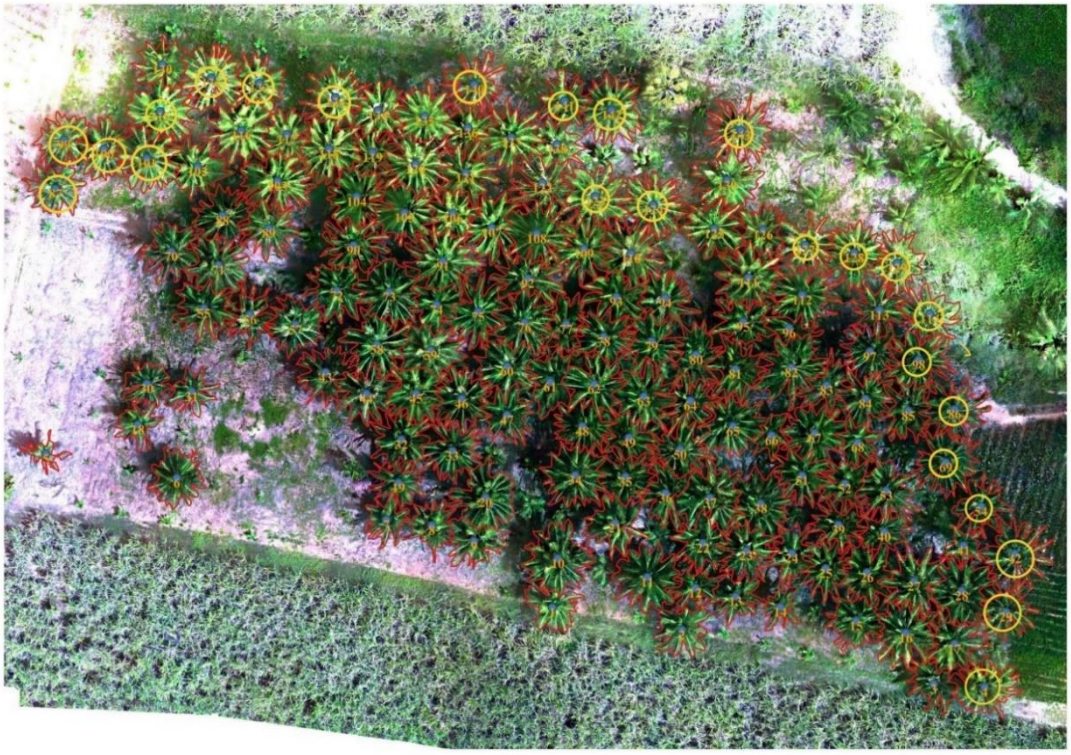


Figure 16 Marking on coconut trees for assessment the damaged leaf area in the coconut plantation that infestation by coconut leaf beetle

การจัดการสลับใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆในการป้องกันกำจัด เพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood ในพริก

Managed switch using insecticide groups for controlling chili thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood on chili

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง

กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

ศึกษาทดลองการจัดการสลับใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริกการทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood ในพริก ทำการทดลองที่แปลงพริกเกษตรกรอำเภอท่าม่วง และท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม 2562-สิงหาคม 2563 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง chlorfenapyr 10%SC spiromesifen 24%SC emamectin benzoate 1.92%EC fipronil 5%SC spinetoram 12%SC cyantraniliprole 10%OD และ imidacloprid 70% WG อัตรา 40มิลลิลิตร, 30 มิลลิลิตร, 30 มิลลิลิตร, 40 มิลลิลิตร , 30 มิลลิลิตร , 40 มิลลิลิตร และ 10 กรัม/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ และกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลง พบว่า แปลงทดลองที่ 1.และแปลงทดลองที่ 2.กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง spinetoram 12%SC และ cyantraniliprole 10%OD มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริกได้ดี รองลงมาคือ chlorfenapyr 10%SC fipronil 5%SC และ emamectin benzoate 1.92%EC และไม่พบอาการเป็นพิษของสารฆ่าแมลงกับพริก การทดลองที่ 2 ทำการคัดเลือกสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกจากแปลงทดลอง 1 และ 2 มาแบ่งกลุ่มสารฆ่าแมลงตามกลไกการออกฤทธิ์ 5 กลุ่มเพื่อทำการพ่นสารฆ่าแมลงแบบสลับตามกรรมวิธีทดลอง ทำการทดลองที่แปลงพริกเกษตรกรอำเภอท่ามะกา และอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2563-มีนาคม 2564 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริก โดยทุกกรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลง โดยกรรมวิธีที่พ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกในพริกแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกร

คำหลัก : สารฆ่าแมลง เพลี้ยไฟพริก พริก

รหัสการทดลอง 03-29-60-01-01-00-15-63

คำนำ

พริก เป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ที่ใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกไปต่างประเทศ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศกว่า 3 แสนไร่ ได้ผลผลิตกว่า 3 แสนตัน การปลูกซ้ำที่เดิมและขยายพื้นที่การปลูกเป็นบริเวณกว้างติดต่อกัน ปัญหาต่างๆ ก็จะสะสมมากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาแมลงศัตรูพริกเมื่อระบาดแล้วก่อให้เกิดความเสียหายต่อคุณภาพผลผลิต ที่สำคัญได้แก่ เพลี้ยไฟพริก หนอนผีเสื้อ และหนอนแมลงวันผลไม้ เป็นต้น เพลี้ยไฟพริก (chili thrips:*Scirtothrips dorsalis* Hood) จัดเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งที่พบเข้าทำลายพริกเป็นประจำ ทำให้ดอกพริกร่วง รูปทรงผลบิดงอ ผลผลิตพริกเสียคุณภาพ ซึ่งการทำลายที่เกิดขึ้นอาจรุนแรงมากหากไม่มีการป้องกันกำจัด ทำให้เกษตรกรต้องพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อแก้ไขปัญหาและควบคุมการระบาดเข้าทำลายของแมลงศัตรูพริกดังกล่าวและจากการใช้สารฆ่าแมลงอย่างไม่มีแบบแผนของเกษตรกร การขาดคำแนะนำและส่งเสริมการบริหารศัตรูพืช รวมทั้งนักวิชาการขาดแคลนข้อมูลใหม่ๆ โดยเฉพาะประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงซึ่งปัจจุบัน IRAC (Insecticide Resistance Action Committee)ได้แบ่งกลุ่มสารฆ่าแมลงออกเป็น 28กลุ่มตามกลไกการออกฤทธิ์ แต่สารฆ่าแมลงที่ได้แนะนำในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกตั้งแต่ปี2543-2553 มีเพียง 4 กลุ่มได้แก่กลุ่ม1 เช่น carbaryl, prothiofos และ carbosulfan กลุ่ม2 เช่น fipronil กลุ่ม6 เช่น emamectin benzoate และกลุ่ม4 เช่น imidacloprid เป็นต้น (นิรนาม, 2543 และ 2553) ซึ่งข้อมูลประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงกลุ่มใหม่ในการป้องกันกำจัดมีน้อยและล้าสมัย จึงต้องทำการการคัดเลือกใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริกที่มีกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกันเพิ่มเติมในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกได้แก่ กลุ่ม5 เช่น spinosad กลุ่ม23 เช่น spiromesifen และ กลุ่ม28 เช่น cyantraniliprole เป็นต้น ก็จะเป็นข้อมูลพื้นฐานให้การใช้สารฆ่าแมลงได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพตามแนวทางการบริหารจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง(insecticide resistance management : IRM) โดยการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน (insecticide rotation) ซึ่งจะช่วยชะลอความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงและลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตได้ วิธีการนี้จะใช้สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในต่างกลุ่มกันที่มีกลไกการออกฤทธิ์ต่างกันในแต่ละชั่วอายุขัยของแมลงศัตรูหรือในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งสารฆ่าแมลงที่ใช้ต้องไม่มีปัญหาความต้านทานข้าม(cross resistance) กับสารฆ่าแมลงที่ใช้มาก่อน ซึ่งจะทำให้การเลือกใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนได้อย่างถูกต้องเหมะสม เมื่อนำไปใช้ปฏิบัติแล้วสามารถให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ที่สำคัญไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสภาพแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม อีกทั้งยังได้ผลผลิตที่ดีทั้งด้านปริมาณและคุณภาพตรงตามมาตรฐานตามความต้องการของตลาด ดังนั้นการศึกษาการคัดเลือกใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริกก็จะเป็นแนวทางการใช้สารฆ่าแมลงได้อย่างถูกต้องซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยชะลอความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงและแก้ปัญหาการขยายตัวของศัตรูพืชต้านทานในแหล่งผลิตที่มีความเสี่ยงและลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แปลงพริกพันธุ์หัวเรือ

2. สารฆ่าแมลง ได้แก่ cyantraniliprole 10%OD (Benevia) chlorfenapyr 10%SC(Rampage) emamectin benzoate 1.92%EC (Proclaim 019EC), fipronil 5%SC (Ascend) imidacloprid 70%WG (Provado), spiromesifen 24%SC (Oberon 240SC), spinetoram 12%SC (Exalt)

3. เครื่องมือและอุปกรณ์สำรวจรวบรวมแมลงต่างๆเช่น ขวดดอง ถุงพลาสติก แอลกอฮอล์ พู่กัน กล่องเลี้ยงแมลง ปากคีบ แว่นขยาย

4. อุปกรณ์การตรวจนับแมลงเช่น สมุดบันทึก เครื่องนับคะแนน ปากกา

5. กล้องถ่ายรูปและกล้องจุลทรรศน์

6. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 13-13-21

วิธีการ

<u>การทดลอง 1</u> ทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก

วางแผนการทดลองแบบ Randomize complete block มี 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่1 พ่น chlorfenapyr 10%SC	อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่2 พ่น spiromesifen 24%SC	อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่3 พ่น emamectin benzoate 1.92%EC	อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่4 พ่น fipronil 5%SC	อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่5 พ่น spinetoram 12%SC	อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 6 พ่น cyantraniliprole 10%OD	อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 7 พ่น imidacloprid 70%WG	อัตรา 10 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 8 ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	

<u>การทดลอง 2</u> ทดสอบประสิทธิภาพการสลับสารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก

ทำการคัดเลือกสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกจากการทดลอง1 มาแบ่งกลุ่มสารฆ่าแมลงตามกลไกการออกฤทธิ์ 5 กลุ่มเพื่อทำการพ่นสารฆ่าแมลงแบบสลับตามกรรมวิธี

กรรมวิธี 1 รอบ 28 วัน พ่น spinetoram 12%SC 2ครั้ง ทุก 7วั น ตามด้วย chlorfenapyr 10%SC 2 ครั้ง ทุก 7วัน

กรรมวิธี 2 รอบ 28วัน พ่น spinetoram 12%SC 2ครั้ง ทุก 7วัน ตามด้วย emamectin benzoate 1.92%EC 2ครั้ง ทุก 7วัน

กรรมวิธี 3 รอบ 28 วัน พ่น spinetoram 12%SC 2 ครั้ง ทุก 7 วัน ตามด้วย fipronil 5%SC 2 ครั้ง ทุก 7วัน

กรรมวิธี 4 รอบ 28 วัน พ่น cyantraniliprole 10%OD 2 ครั้ง ทุก 7 วัน ตามด้วย chlorfenapyr 10%SC 2ครั้ง ทุก 7 วัน

กรรมวิธี 5 รอบ 28 วัน พ่น cyantraniliprole 10%OD 2 ครั้ง ทุก 7 วัน ตามด้วย emamectin benzoate 1.92%EC 2 ครั้ง ทุก 7 วัน

กรรมวิธี 6 รอบ 28 วัน พ่น cyantraniliprole 10%OD 2 ครั้ง ทุก 7 วัน ตามด้วย fipronil 5%SC 2 ครั้ง ทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 7 พ่น spinetoram 12%SC ทุก 7วั น

กรรมวิธีที่ 8 พ่นสารฆ่าแมลงตามกรรมวิธีของเกษตรกร ทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 9 ไม่พ่นสารฆ่าแมลง

หมายเหตุ พ่น chlorfenapyr 10%SC อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

emamectin benzoate 1.92%EC อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

พ่น fipronil 5%SC อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

พ่น spinetoram 12%SC อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

พ่น cyantraniliprole 10%OD อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

การทดลองที่ 1 และ 2 ทำการทดสอบโดยการย้ายกล้าพริกอายุ 30 วัน ปลูกในแปลงทดลองขนาดแปลงย่อย 30 ตารางเมตร ระยะปลูก 0.6 X 0.5 เมตร หลุมละ 1ต้น จำนวน136 ต้นต่อแปลงย่อย ปฏิบัติดูแลต้นพริกให้เจริญเติบโตตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เริ่มพ่นสารฯตามกรรมวิธีทดลองครั้งแรกเมื่อพบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ย 5 ตัว ต่อยอด โดยตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟพริกจากการสุ่มเก็บยอดพริกยาว10 เซนติเมตร จำนวน 20 ยอด ต่อแปลงย่อย และสุ่มเก็บดอกพริกจำนวน 20 ดอก ต่อแปลงย่อย ใส่ขวดดองแอลกอฮอล์ นำตัวอย่างยอดพริกและดอกพริกล้างในสารละลายแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่ห้องปฏิบัติการทดลอง แล้วตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟพริกใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วยกำลังขยาย 20 เท่า ปฏิบัติการพ่นสารฯตามกรรมวิธีทดลองทุก 7 วัน ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างยอดพริกและดอกพริก ก่อนพ่นสารฯครั้งแรก1 ครั้งและ 7วันหลังพ่นสารฯทุกครั้งเพื่อตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟพริก พร้อมเก็บน้ำหนักผลพริกที่มีคุณภาพระยะส่งตลาดจากต้นพริก 20 ต้น ต่อแปลงย่อย และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลทางสถิติ

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

สถานที่ แปลงพริกเกษตรกรอำเภอท่าม่วงและอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

ระยะเวลา เดือนธันวาคม2562-มีนาคม 2564

ผลการทดลอง

จากTable 1 - 5 การทดลองที่1 ศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood ในพริก ทำการทดลองที่แปลงพริกเกษตรกรอำเภอ

ท่าม่วง และท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม 2562-สิงหาคม 2563 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง chlorfenapyr 10%SC spiromesifen 24%SC emamectin benzoate 1.92%EC fipronil 5%SC spinetoram 12%SC cyantraniliprole 10%OD และ imidacloprid 70% WG อัตรา 40มิลลิลิตร, 30 มิลลิลิตร, 30 มิลลิลิตร, 40 มิลลิลิตร , 30 มิลลิลิตร , 40 มิลลิลิตร และ 10 กรัม/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ และกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลง พบว่า แปลงทดลองที่1.กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง spinetoram 12%SC และ cyantraniliprole 10%OD มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริกได้ดี รองลงมาคือ chlorfenapyr 10%SC fipronil 5%SC และ emamectin benzoate 1.92%EC โดยทุกกรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกที่ยอดเฉลี่ยระหว่าง 9.8-171.5 ตัวต่อ20ยอด และจำนวนเพลี้ยไฟพริกที่ดอกเฉลี่ยระหว่าง 3.3-109.3 ตัวต่อ20ดอก น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลงพบจำนวนเพลี้ยไฟพริกที่ยอดเฉลี่ยระหว่าง 151.5-334.5 ตัวต่อ20ยอดและที่ดอกเฉลี่ยระหว่าง 79.8-202.3 ตัวต่อ20ดอก และทุกกรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง ยกเว้นกรรมวิธีพ่น imidacloprid 70% WG ได้น้ำหนักผลผลิตพริก 2.5-5.1กิโลกรัมต่อ20ต้น มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลงได้น้ำหนักผลผลิตพริก 1.3 กิโลกรัมต่อ20ต้น แปลงทดลองที่2.กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง spinetoram 12%SC และ cyantraniliprole 10%OD มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริกได้ดี รองลงมาคือ chlorfenapyr 10%SC fipronil 5%SC และ emamectin benzoate 1.92%EC โดยทุกกรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกที่ยอดเฉลี่ยระหว่าง 19.8-162.8 ตัวต่อ20ยอด น้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลงพบจำนวนเพลี้ยไฟพริกที่ยอดเฉลี่ยระหว่าง 177.3-289.5 ตัวต่อ20ยอด และทุกกรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง ยกเว้นกรรมวิธีพ่น imidacloprid 70% WG ได้น้ำหนักผลผลิตพริก 3.3-4.7กิโลกรัมต่อ20ต้น มากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลงได้น้ำหนักผลผลิตพริก 1.6 กิโลกรัมต่อ20ต้น โดยการทดลองต่อไปจะทำการคัดเลือกสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกจากการทดลอง1 และ2 มาแบ่งกลุ่มสารฆ่าแมลงตามกลไกการออกฤทธิ์ 5กลุ่มเพื่อทำการพ่นสารฆ่าแมลงแบบสลับตามกรรมวิธีทดลองต่อไป

การทดลอง2.ทดสอบประสิทธิภาพการสลับสารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก จากTable 6 แปลงทดลองที่ 1 ผลการตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟพริก รวม 6 ครั้ง (ก่อนพ่นสารฯครั้งแรก 1 ครั้ง และหลังพ่นสารฯ 5ครั้ง) พบว่า ก่อนพ่นสารฯครั้งแรกพบจำนวนเพลี้ยไฟพริกในทุกกรรมวิธีเฉลี่ยระหว่าง 96.8 - 118.3 ตัว/20 ยอด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังพ่นสารฯ 2รอบครึ่ง (10ครั้ง) พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกครั้ง โดย โดยทุกกรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ยระหว่าง 23.0 – 39.3, 38.8 – 58.5, 14.5 – 44.3, 24.3 – 56.0 และ 12.3 – 31.3 ตัว/20ยอด หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 2 4 6 8 และ10 ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ

กรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลงพบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ย 151.3, 269.3, 314.3, 411.5 และ 214.3 ตัว/20ยอด หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 2 4 6 8 และ10 ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ยระหว่าง 23.0 – 39.3, 38.8 – 58.5, 14.5 – 44.3, 24.3 – 56.0 และ 12.3 – 31.3 ตัว/20ยอด หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 2 4 6 8 และ10 ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น spinetoram 12%SC พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ย 33.8, 28.5, 17.3, 18.8 และ 11.8 ตัว/20ยอด หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 2 4 6 8 และ10 ตามลำดับ

จาก Table 7 แปลงทดลองที่ 2 ผลการตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟพริก รวม 6 ครั้ง (ก่อนพ่นสารฯครั้งแรก 1 ครั้ง และหลังพ่นสารฯ 5ครั้ง) พบว่า ก่อนพ่นสารฯครั้งแรกพบจำนวนเพลี้ยไฟพริกในทุกกรรมวิธีเฉลี่ยระหว่าง 99.3 – 145.0 ตัว/20 ยอด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังพ่นสารฯ 2รอบครึ่ง (10ครั้ง) พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกครั้ง โดยโดยทุกกรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ยระหว่าง 28.3 – 51.3, 36.8 – 64.3, 20.3 – 36.8, 27.8 – 53.5 และ 21.3 – 41.8 ตัว/20ยอด หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 2 4 6 8 และ10 ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าแมลงพบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ย 177.5, 237.3, 264.8, 388.5 และ 270.8 ตัว/20ยอด หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 2 4 6 8 และ10 ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ยระหว่าง 28.3 – 51.3, 36.8 – 64.3, 20.3 – 36.8, 27.8 – 53.5 และ 21.3 – 41.8 ตัว/20ยอด หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 2 4 6 8 และ10 ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น spinetoram 12%SC พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกเฉลี่ย 32.3, 24.3, 20.5, 28.3 และ 20.3 ตัว/20ยอด หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 2 4 6 8 และ10 ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่1 ศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood ในพริกพบว่า สารฆ่าแมลง spinetoram 12%SC และ cyantraniliprole 10%OD อัตรา 30 มิลลิลิตร และ 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริกได้ดี รองลงมาคือ chlorfenapyr 10%SC fipronil 5%SC และ emamectin benzoate 1.92%EC อัตรา 40 มิลลิลิตร, 30 มิลลิลิตร และ 40 มิลลิลิต/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพการสลับสารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก การศึกษารูปแบบการใช้สารฆ่าแมลงโดยการหมุนเวียนกลุ่มสารตามกลไกออกฤทธิ์เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริก พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพริก โดยทุกกรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่น

สารฆ่าแมลง โดยกรรมวิธีที่พ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียนกลุ่มสารฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟพริกในพริกแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม.2543. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง และสัตว์ศัตรูพืช.กองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.หน้า 119-120

นิรนาม. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง และสัตว์ศัตรูพืช. กลุ่มกีฏ และสัตววิทยา. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.กรมวิชาการเกษตร.หน้า 108-109

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2559. แมลงศัตรูผักและการป้องกันกำจัด.หน้า. 42-44 ใน เอกสารวิชาการแมลงศัตรูผัก เห็ดและไม้ดอก.กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.กรมวิชาการเกษตร.

IRAC.2021. Insecticide resistance action committee: Resistance management for sustainable agriculture and improve public health. Crop life international. Available at URL http://www.irac-online.org Accessed on 11/02/2021.

Reddy, A.V., Sreehari, G. and A.K. Kumar.2005. Evaluation of certain new insecticides against chilli thrips (*Scirtothrips dorsalis*) and mites (*Polyphagotarsonemus latus*). Research on Crops.63(3):625-626.

Seal, D.R., Ciomperlik ,M., Richards, M.L. and W. Klassen.2006. Comparative effectiveness of chemical insecticides against the chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera : Thripidae), on peper and their compatibility with natural enemies.Crop Protection. 25(9):949-955.

Table 1 Average number of chilli thrips on shoot chilli before and after spraying with insecticides at Thamuang district, Kanchanaburi province during December 2019 – March 2020 (Trail 1.)

Treatment	Rate of application (gm or ml/ 20 litre of water)	Number of chilli thrips per 20 shoot[1/]					
		Before spraying	After spraying				
			1st	2nd	3rd	4th	5th
1. chlorfenapyr 10%SC	40	89.8	42.0 ab	36.8 ab	34.8 b	38.8 b	29.3 ab
2.spiromesifen 24%SC	30	105.8	76.8 b	68.8 b	81.5 c	74.3 c	92.3 c
3.emamectin benzoate 1.92%EC	30	92.8	69.8 b	91.3 bc	69.8 c	52.5 bc	64.3 bc
4.fipronil 5%SC	40	101.5	73.3 b	58.5 ab	64.5 c	54.3 bc	41.8 b
5.spinetoram 12%SC	30	98.8	21.5 a	29.3 a	12.5 a	13.3 a	9.8 a
6.cyantraniliprole 10%OD	40	103.5	33.8 a	38.5 a	20.3 a	19.5 a	16.3 a
7.imidacloprid 70%WG	10	88.5	72.5 b	126.8 c	113.8 d	166.3 c	171.5 d
8.control	-	91.3	151.5 c	269.3 d	214.5 e	286.3 d	334.5 e
C.V (%)		25.4	41.7	61.2	64.7	52.4	79.3
R.E (%)		-	-	54.8	81.9	91.1	82.5

[1/] Number followed the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 2 Average number of chilli thrips on flower chilli before and after spraying with insecticides at Thamuang district, Kanchanaburi province during December 2019 – March 2020 (Trail 1.)

Treatment	Rate of application (gm or ml/ 20 litre of water)	Number of chilli thrips per 20flower[1/]					
		Before spraying	After spraying				
			1st	2 nd	3 rd	4 th	5 th
1.chlorfenapyr 10%SC	40	32.8	24.3 a	21.0 ab	19.8 b	17.8 b	14.5 ab
2.spiromesifen 24%SC	30	45.3	36.5 ab	36.8 b	41.5 c	34.3 c	52.8 c
3.emamectin benzoate 1.92%EC	30	22.5	46.3 ab	33.8 b	39.8 c	22.5 bc	24.8 b
4.fipronil 5%SC	40	31.5	33.8 a	28.8 b	34.5 c	24.3 bc	18.3 b
5.spinetoram 12%SC	30	50.3	23.5 a	8.8 a	7.5 a	3.3 a	4.8 a
6.cyantraniliprole 10%OD	40	37.3	20.8 a	11.3 a	10.3 a	9.8 a	11.3 a
7.imidacloprid 70%WG	10	41.3	52.5 b	66.8 c	78.8 d	96.8 c	109.3 d
8.control	-	30.3	79.8 c	98.5 d	114.5 e	176.3 d	202.3 e
CV(%)		34.6	48.3	57.4	54.8	72.3	59.8
R.E.(%)		-	-	67.2	61.5	69.8	72.6

[1/] Number followed the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 3 Marketable yields of chili after spraying with some insecticides at Thamuang district, Kanchanaburi province during December 2019 – March 2020 (Trail 1.)

Treatment	Rate of application (gm or ml/20 litre of water)	Marketable Yields (kg/20 plants)
1. chlorfenapyr 10%SC	40	4.3 a
2. spiromesifen 24%SC	30	2.5 c
3. emamectinbenzoate 1.92%EC	30	3.1 b
4. fipronil 5%SC	40	3.4 b
5. spinetoram 12%SC	30	5.1 a
6. cyantraniliprole 10%OD	40	4.6 a
7. imidacloprid 70%WG	10	2.1 cd
8. control	-	1.3 d
CV(%)		

[1/] Number followed the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 4. Average number of chilli thrips on shoot chilli before and after spraying with insecticides at Thamaka district, Kanchanabur province during July – August 2020 (Trail 2.)

Treatment	Rate of application (gm or ml/ 20 litre of water)	Number of chilli thrips per 20shoot[1/]				
		Before spraying	After spraying			
			1st	2nd	3rd	4th
1.chlorfenapyr 10%SC	40	119.8	81.0 ab	42.3 a	44.5 ab	38.8 a
2.spiromesifen 24%SC	30	145.5	106.3 b	78.3 b	61.8 b	74.3 b
3.emamectin benzoate 1.92%EC	30	135.8	109.5 b	79.0 b	70.3 b	77.3 b
4.fipronil 5%SC	40	101.8	94.3 ab	88.3 b	72.5 b	81.5 b
5.spinetoram 12%SC	30	108.3	51.3 a	31.8 a	19.8 a	21.8 a
6.cyantraniliprole 10%OD	40	112.5	64.8 a	53.3 a	29.5 a	34.8 a
7.imidacloprid 70%WG	10	138.8	122.3 b	133.8 c	184.3 c	162.8 c
8.control	-	113.3	177.3 c	247.5 d	284.3 d	289.5 d
CV(%)		33.9	66.8	70.1	42.4	66.8
R.E.(%)		-	-	44.5	68.7	49.6

[1/] Number followed the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 5 Marketable yields of chili after spraying with some insecticides at Thamaka district, Kanchanaburi province during July – August 2020 (Trail 2.)

Treatment	Rate of application (gm or ml/20 litre of water)	Marketable Yields (kg/ 20 plants)
1. chlorfenapyr 10%SC	40	4.5 a
2. spiromesifen 24%SC	30	3.3 b
3. emamectinbenzoate 1.92%EC	30	3.7 ab
4. fipronil 5%SC	40	3.8 ab
5. spinetoram 12%SC	30	4.7 a
6. cyantraniliprole 10%OD	40	4.5 a
7. imidacloprid 70%WG	10	2.5 bc
8. control	-	1.6 c
CV(%)		48.7

[1/] Number followed the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 6 Average number of chilli thrips on shoot chilli before and after spraying with insecticides at Thamuang district, Kanchanaburi province during December 2020 – March 2021 (Trail 1.)

Treatment	Rate of application (gm or ml/20 litre of water)	Number of chilli thrips per 20shoot[1/]					
		Before spraying	7 days after spraying				
			2 nd	4 th	6 th	8 th	10 th
1.SS/ChCh/SS/ChCh/SS	30/40/30/40/30	99.3	23.0 a	41.8 a	14.5 a	28.8 a	12.3 a
2.SS/EE/SS/EE/SS	30/3/30/300/30	105.8	31.8 a	44.5 a	20.3 a	35.3 a	20.3 a
3.SS/FF/SS/FF/SS	30/40/30/40/30	115.5	26.8 a	38.8 a	21.5 a	24.3 a	22.8 a
4.CC/ChCh/CC/ChCh/CC	40/40/40/40/40	96.8	39.3 a	41.3 a	39.8 a	42.3 a	24.3 a
5.CC/EE/CC/EE/CC	40/30/40/30/40	111.5	33.3 a	58.5 a	44.3 a	56.0 a	31.3 a
6.CC/FF/CC/FF/CC	40/40/40/40/40	118.3	24.3 a	49.8 a	36.0 a	33.5 a	19.5 a
7.spinetoram 12%SC	30	113.3	33.8 a	28.5 a	17.3 a	18.8 a	11.8 a
8.farmer		98.5	59.5 a	126.8 b	173.3 b	211.0 b	181.8 b
9.control		97.3	151.3 b	269.3 c	314.3 c	411.5 c	214.3 b
CV(%)		44.8	38.2	54.6	71.2	77.3	48.4
R.E.(%)		-	-	71.5	53.4	66.9	72.9

[1/] Number followed the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Ch= chlorfenapyr 10%SC C= cyantraniliprole 10%OD E=emamectin benzoate 1.92%EC F= fipronil 5%SC S= spinetoram 12%SC

Table 7. Average number of chilli thrips on shoot chilli before and after spraying with insecticides at Thamaka district, Kanchanaburi province during December 2020 – March 2021 (Trail 2.)

Treatment	Rate of application (gm or ml/ 20 litre of water)	Number of chilli thrips per 20shoot[1/]					
		Before spraying	7 days after spraying				
			2 nd	4 th	6th	8th	10 th
1.SS/ChCh/SS/ChCh/SS	30/40/30/40/30	112.8	41.3 a	51.3 a	27.5 a	41.8 a	24.5 a
2.SS/EE/SS/EE/SS	30/3/30/300/30	125.3	44.3 a	64.3 a	31.3 a	38.3 a	27.8 a
3.SS/FF/SS/FF/SS	30/40/30/40/30	145.0	36.3 a	36.8 a	20.3 a	27.8 a	21.3 a
4.CC/ChCh/CC/ChCh/CC	40/40/40/40/40	106.3	51.3 a	52.3 a	32.8 a	41.3 a	34.0 a
5.CC/EE/CC/EE/CC	40/30/40/30/40	99.3	43.8 a	58.8 a	33.3 a	53.5 a	41.8 a
6.CC/FF/CC/FF/CC	40/40/40/40/40	111.8	28.3 a	44.5 a	36.8 a	35.0 a	28.5 a
7.spinetoram 12%SC	30	102.8	32.3 a	24.3 a	20.5 a	28.3 a	20.3 a
8.farmer		110.8.	68.8 a	100.3 b	213.5 b	269.8 b	288.5 b
9.control		104.5	177.5 b	237.3 c	264.8 b	388.5 c	270.8 b
C.V (%)		28.7	47.9	44.2	83.1	67.3	70.1
R.E (%)		-	-	41.5	74.2	91.3	69.8

[1/] Number followed the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Ch= chlorfenapyr 10%SC C= cyantraniliprole 10%OD E=emamectin benzoate 1.92%EC F= fipronil 5%SC S= spinetoram 12%SC

การจัดการสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย *Helicoverpa armigera* (Hübner) ในพื้นที่ปลูกมะเขือเทศที่สำคัญ

Insecticide Management for Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner), on Important Tomato Cultivation Areas

ธีราทัย บุญญะประภา พวงผกา อ่างมณี
สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น
กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Insecticide management for cotrolling Cotton Bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) on Important Tomato Cultivation Areas. The testing in tomato cultivation areas at Tha Maka District, Kanchanaburi Province and Pla Pak District, Nakhon Phanom Province. Insecticides with high efficiency for controlling Cotton Bollworm : indoxacarb 15% W/V EC, lufenuron 5% W/V EC, emamectin benzoate 1.92% W/V EC, spinetoram 12. % W/V SC, chlorfenapyr 10% W/V SC, chlorantraniliprole 5.17% W/V SC, and Bacillus thuriengiensis subsp. kerstaki 10,600 IU/mg SC, which is a member of the different mode of action groups. Therefore, they are suitable for rotation in the management of insecticide resistance of Cotton Bollworm and the rotational method. It was found all treatments were able to prevent from Cotton Bollworm. The selection of the insecticide should be considered from the appropriate plant stage. Tomato in the vegetative phase and found Cotton bollworm destroyed can choose the method that the lower cost but high efficiency for controlling Cotton Bollworm. They were sprayed with insecticide indoxacarb 15% W/V EC twice and lufenuron 5% W/V EC twice or chlorantraniliprole 5.17% W/V SC twice and *Bacillus thuriengiensis* sub.*kerstaki* twice. Tomato in a productive period that requires strict supervision. Therefore, insecticides that should be used, such as indoxacarb 15% W/V EC twice and chlorfenapyr 10% SC twice or spinetoram 12% W/V SC twice and lufenuron 5% W/V EC twice or emamectin benzoate 1.92. % W/V EC twice or

รหัสการทดลอง 03-29-60-01-01-00-10-62

lufenuron 5% EC twice, however the selection of insecticide consider to the stage of the plant, the amount of Cotton Bollworm outbreaks. Level of insecticide resistance in each cultivating areas. Appropriate selection of rotate Mode of action groups and cost price range. Make the most beneficial of insecticides and did not increase the level of insecticide resistance in Cotton Bollworm in tomatoes.

Keywords : Cotton Bollworm, Tomato, insecticide resistance, rotation of insecticide

บทคัดย่อ

การจัดการสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย *Helicoverpa armigera* (Hübner) ในพื้นที่ปลูกมะเขือเทศที่สำคัญ ดำเนินการทดสอบในแปลงมะเขือเทศของเกษตรกร ที่ อ.ท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี และ อ.ปลาปาก จังหวัดนครพนม ได้ผลการทดลองสารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย ได้แก่ สาร indoxacarb 15% W/V EC, สาร lufenuron 5% W/V EC, สาร emamectin benzoate 1.92% W/V EC, สาร spinetoram 12% W/V SC, สาร chlorfenapyr 10% W/V SC, สาร chlorantraniliprole 5.17% W/V SC และสารชีวภัณฑ์ *Bacillus thuriengiensis* subsp. *kurstaki* 10,600 IU/mg SC ตามลำดับ โดยแต่ละชนิดเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มสารออกฤทธิ์แตกต่างกันจึงเหมาะที่จะนำมาใช้หมุนเวียนในการจัดการความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงของหนอนเจาะสมอฝ้าย และ ในกรรมวิธีทดสอบการพ่นสารแบบหมุนเวียน พบว่าทุกกรรมวิธีสามารถป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ดี โดยการเลือกใช้สารควรพิจารณาจากระยะพืชที่เหมาะสม ตามความจำเป็นในแต่ละช่วงของมะเขือเทศ ในระยะที่ต้นเจริญเติบโตแต่ยังไม่ติดดอก หากพบการทำลายของหนอนเจาะสมอฝ้าย สามารถเลือกใช้กรรมวิธีที่ต้นทุนไม่สูงจนเกินไป แต่สามารถกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ ได้แก่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง, lufenuron 5% EC 2 ครั้ง หรือ chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง, *Bacillus thuriengiensis* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง ส่วนในระยะที่มีการติดดอกและเริ่มมีการติดผลขนาดเล็ก เป็นระยะที่ต้องเข้มงวดในการดูแลเนื่องจากเป็นระยะให้ผลผลิต จึงควรใช้สารกำจัดแมลงที่กำจัดแมลงอย่างได้ผล ได้แก่ กรรมวิธีพ่นสาร indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง, chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง หรือ กรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC 2 ครั้ง, lufenuron 5% EC 2 ครั้ง หรือ emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง, lufenuron 5% EC 2 ครั้ง อย่างไรก็ตามการเลือกสารแต่ละชนิดมาใช้ควรคำนึงถึง ระยะของพืช ปริมาณการระบาดของหนอนเจาะสมอฝ้าย ระดับความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงชนิดนั้นๆ ในแต่ละพื้นที่ปลูก การเลือกใช้หมุนเวียนกลุ่มสารอย่างเหมาะสม และ ช่วงราคาต้นทุนที่เหมาะสม เพื่อให้การใช้สารกำจัดแมลงได้ประโยชน์สูงที่สุด และไม่เพิ่มระดับความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงในหนอนเจาะสมอฝ้ายในมะเขือเทศ

คำหลัก : หนอนเจาะสมอฝ้าย มะเขือเทศ ความต้านทานสารฆ่าแมลง การหมุนเวียนสารกำจัดแมลง

คำนำ

ความนิยมบริโภคทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ ทำให้มะเขือเทศเป็นพืชที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ มีการผลิตทั้งแบบบริโภคผลสดและแบบแปรรูป แต่ในการผลิตมะเขือเทศมักพบปัญหาในเรื่องแมลงศัตรูพืชรบกวน โดยเฉพาะ หนอนเจาะสมอฝ้ายเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากหนอนเจาะสมอฝ้ายจะเข้าทำลายที่ผลมะเขือเทศโดยตรงเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ผลผลิตเสียหาย ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตลดลง

หนอนเจาะสมอฝ้าย *Helicoverpa armigera* (Hübner) พบระบาดติดต่อกันทุกปี เกษตรกรมีปัญหาในการป้องกันกำจัดเนื่องจากหนอนเจาะสมอฝ้ายได้พัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงได้รวดเร็วและหลายชนิด (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2554) หนอนชนิดนี้มีพืชอาหารหลากหลายชนิด เข้าทำลายพืชอาหารโดยการกัดกินส่วนต่างๆ เช่น ดอก ยอด ใบ เจาะเข้ากัดกินภายในลำต้น และผล ทำให้เกิดความเสียหายหากเข้าทำลายพืชผักที่ผลิตเพื่อการส่งออก แม้ถูกทำลายเล็กน้อยก็ทำให้ผลผลิตเสียคุณภาพได้ โดยในมะเขือเทศมักพบเข้าทำลาย ตามแหล่งปลูกทั่วไป ในทุกๆ ฤดูกาล ตลอดทั้งปี โดยแม่ผีเสื้อจะวางไข่เป็นฟอง เดี่ยวๆ สีขาวนวล ลักษณะกลมคล้ายฝาชี หนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ กัดเข้าไปทำลายส่วนผล ของมะเขือเทศ ทั้งผลอ่อน และผลแก่ ทำให้มะเขือเทศสูญเสียคุณภาพการส่งออก และผลผลิตคุณภาพลดลง

ในมะเขือเทศการทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง ที่ช่วงพ่น 5 วัน/ครั้ง อัตราพ่น 120 ลิตร/ไร่ ได้สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย ได้แก่ อินด๊อกซาคาร์บ 15% เอสซี อัตรา 15 มล./น้ำ 20 ลิตร, สปิโนแซด 12% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร, อีมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92 % EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, แลมป์ดา-ไซฮาโลทริน อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และลูเฟนยูรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ (ธีราทัย และคณะ, 2557)

ใน IRAC (2021)ได้กล่าวถึงการออกฤทธิ์ของสารกำจัดแมลง ดังนี้ แลมป์ดา-ไซฮาโลทริน (กลุ่ม 3A Pyrethroids) ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท, อินด๊อกซาคาร์บ (กลุ่ม 22A Oxadiazines) ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท, ลูเฟนนูรอน (กลุ่ม 15 benzoylureas) ออกฤทธิ์ต่อการเจริญเติบโต และอีมาเม็กติน เบนโซเอท (กลุ่ม 6 avermectin) ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท และกล้ามเนื้อ

โดยทั่วไปเกษตรกรมักมีการป้องกันกำจัด ด้วยการใช้สารเคมีเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างต่อเนื่อง และไม่ถูกวิธี ทำให้หนอนเจาะสมอฝ้ายมีการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงในหลายกลุ่ม อีกทั้งในแต่ละพื้นที่ปลูกมีการใช้สารกำจัดแมลงต่างกัน สภาพแวดล้อมต่างกัน แมลงย่อมมีการสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงแตกต่างกัน(สุภราดา,2557) ดังนั้นในแต่ละพื้นที่ปลูกมะเขือเทศที่สำคัญ จึงควรมีการคัดเลือกสารกำจัดแมลงที่มีความสามารถในการควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายในมะเขือเทศอย่างได้ผล เพื่อนำไปใช้วางแผนในการหมุนเวียนสารกำจัดแมลง ไม่ให้เกิดการเพิ่มปัญหาความต้านทานของหนอนเจาะสมอฝ้าย และเป็นแนวทางในการจัดการปัญหาในพื้นที่ปลูกที่หนอนเจาะสมอฝ้ายที่มีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงแล้ว

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำ
2. อุปกรณ์ผสมสารกำจัดแมลง เช่น ถัง ไม้คน
3. อุปกรณ์ป้องกันขณะพ่นสาร เช่น ชุดพ่นสาร หน้ากาก ถุงมือ รองเท้าบูท
4. อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัด เช่น เครื่องชั่ง กระบอกตวง บีกเกอร์
5. อุปกรณ์ในการตรวจนับแมลง เช่น สมุดจดบันทึก ปากกา ดินสอ
6. ป้ายแสดงกรรมวิธี

<u>สารที่ใช้ในการทดลอง</u>

สารกลุ่ม 22A Oxadiazines (indoxacarb 15% W/V EC)

สารกลุ่ม 5 Spinosyns (spinetoram 12 % W/V SC)

สารกลุ่ม 6 Avermectins (emamectin benzoate 1.92 % W/V EC)

สารกลุ่ม 15 Benzoylureas (lufenulon 5 % W/V EC)

สารกลุ่ม 3A Pyrethroids (lambdacyhalothrin 2.5% W/V EC)

สารกลุ่ม 28 Diamides (chlorantraniliprole 5.17% W/V SC)

สารกลุ่ม 13 Pyrroles (chlorfenapyr 10% W/V SC)

สารชีวภัณฑ์กลุ่ม 11A *Bacillus thuriengiensis* and the insecticidial protein they produce (*Bacillus thuriengiensis* subsp. *kurstaki* 10,600 IU/mg SC)

สารชีวภัณฑ์กลุ่ม 31 Nucleopolyhedroviruses (NPVs) (HaNPV DOA BIO-V2)

ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง</u> (ทำการทดลองปี 2562 และ 2564)

- แบบและวิธีการทดลอง

ศึกษาในแปลงปลูกมะเขือเทศของเกษตรกร จำนวน 2 แหล่งปลูก ได้แก่ แหล่งปลูกมะเขือเทศในจังหวัดกาญจนบุรี และ จังหวัดนครพนม โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 10 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร indoxacarb 15% W/V EC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร spinetoram 12 % W/V SC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร emamectin benzoate 1.92 % W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร lufenulon 5 % W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร lambdacyhalothrin 2.5% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร chlorantraniliprole 5.17% W/V SC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร chlorfenapyr 10% W/V SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 8 พ่นเชื้อ *Bacillus thuriengiensis* subsp. *kurstaki* 10,600 IU/mg SC อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 9 พ่นเชื้อ HaNPV DOA BIO-V2 อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 10 ไม่พ่นสารกำจัดแมลง

วิธีการ

ทำการทดลองในแปลงมะเขือเทศของเกษตรกร โดยใช้แปลงย่อยขนาด 30 ตารางเมตร ระยะปลูก 0.8 x 0.6 เมตร หลุมละ 1 ต้น จำนวน 77 ต้น/แปลงย่อย ทำการสุ่มนับจำนวนหนอน จากแถวกลางของแปลงย่อย จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย โดยนับทั่วทั้งต้น เริ่มพ่นสารทดลองตามกรรมวิธีครั้งแรก เมื่อต้นมะเขือเทศอยู่ระยะเริ่มติดดอก และพบการระบาดของหนอนเจาะสมอฝ้ายไม่น้อยกว่า 0.5 ตัว/ต้น โดยใช้ช่วงพ่น 5 วัน/ครั้ง ใช้อัตราการพ่น 120 ลิตร/ไร่ ทำการตรวจนับจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย ก่อนพ่นสารครั้งแรก และ 5 วัน หลังพ่นสารทุกครั้ง ทำการพ่นสารไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง บันทึกจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย อาการเกิดพิษต่อต้นพืช (phytotoxic) และต้นทุนการพ่นสาร นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ และคำนวณเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด โดยใช้สูตรของ Henderson and Tilton (1955)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. บันทึกจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย
2. บันทึกน้ำหนักของผลผลิต
3. บันทึกอาการเกิดพิษต่อพืชที่เกิดจากการใช้สาร

<u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

แปลงปลูกมะเขือเทศของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกมะเขือเทศในจังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดนครพนม จำนวน 2 แปลง

<u>ขั้นตอนที่ 2 การจัดการสารฆ่าแมลงในแปลงปลูกมะเขือเทศ</u> (ทำการทดลองปี 2564)

- แบบและวิธีการทดลอง

ทำการศึกษาในแปลงปลูกมะเขือเทศของเกษตรกรจังหวัดนครพนม (2 แปลงปลูก) โดยนำสารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด ในขั้นตอนที่ 1 มาพ่นหมุนเวียนแบบสลับกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรและกรรมวิธีไม่พ่นสาร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 9 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร indoxacarb 15% W/V EC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และถัดมาพ่นสาร lufenuron 5% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร emamectin benzoate 1.92% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และถัดมาพ่นสาร lufenuron 5% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร spinetoram 12% W/V SC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และถัดมาพ่นสาร lufenuron 5% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร indoxacarb 15% W/V EC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และถัดมาพ่นสาร chlorfenapyr 10% W/V SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร emamectin benzoate 1.92% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และถัดมาพ่นสาร chlorfenapyr 10% W/V SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร spinetoram 12% W/V SC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และถัดมาพ่นสาร chlorfenapyr 10% W/V SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร chlorantraniliprole 5.17% W/V SC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และถัดมาพ่นสาร BT sub.*kerstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 8 พ่นสาร chlorantraniliprole 5.17% W/V SC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และถัดมาพ่นสาร lufenuron 5% W/V EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 9 ไม่พ่นสารกำจัดแมลง

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

ทำการทดลองในแปลงมะเขือเทศของเกษตรกร โดยใช้แปลงย่อยขนาด 30 ตารางเมตร เริ่มพ่นสารทดลองตามกรรมวิธีครั้งแรก เมื่อทำการสุ่มนับจำนวนหนอนที่ต้นมะเขือเทศทั่วทั้งต้น จากแถวกลางของแปลงย่อย จำนวน 20 ต้น/แปลงย่อย แล้วพบการระบาดของหนอนเจาะสมอฝ้ายไม่น้อยกว่า 0.5 ตัว/ต้น โดยพ่นสารทดลองทุก 5 วัน ด้วยอัตราการใช้น้ำ 120 ลิตร/ไร่ ทำการตรวจนับจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย ก่อนพ่นสาร และ 5 วัน หลังพ่นสารทุกครั้ง และ10 วันหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ทำการพ่นสารไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง บันทึกจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย อาการเกิดพิษต่อต้นพืช (phytotoxic) และต้นทุนการพ่นสาร นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. บันทึกจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย
2. บันทึกน้ำหนักของผลผลิต
3. บันทึกอาการเกิดพิษต่อพืชที่เกิดจากการใช้สาร

<u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

แปลงปลูกมะเขือเทศของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกจังหวัดนครพนม จำนวน 2 แปลง

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2561 – กันยายน 2564

สถานที่ แปลงปลูกมะเขือเทศของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกที่สำคัญในจังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดนครพนม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง

แปลงที่ 1 ดำเนินการในแปลงปลูกมะเขือเทศ อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี เริ่มทดสอบตามกรรมวิธี ระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2562 ผลการทดลองพบว่า จำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายก่อนและหลังพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ในเบื้องต้นสารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายโดยจัดลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorantraniliprole 5.17% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, indoxacarb 15% EC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, lufenuron 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, spinetoram 12% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorfenapyr 10% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, BT sub.*kerstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, HaNPV DOA BIO-V2 อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, และ lambdacyhalothrin 2.5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

น้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศที่ได้ ในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีน้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศรวมสูงที่สุด และถัดมาเป็น สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, HaNPV DOA BIO-V2 อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, BT sub.*kerstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, lufenuron 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorfenapyr 10% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และ chlorantraniliprole 5.17% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร จากมากไปน้อยตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมี น้ำหนักผลผลิตรวมสูงกว่ากรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ยกเว้น สารกำจัดแมลง lambdacyhalothrin 2.5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ที่มีน้ำหนักผลผลิตรวมของมะเขือเทศน้อยกว่า กรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง (ตารางที่ 2)

เปรียบเทียบต้นทุนการใช้สารกำจัดแมลงกับน้ำหนักผลผลิตที่ได้ในแต่ละกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงพบว่าสารกำจัดแมลง lambdacyhalothrin 2.5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนต่อน้ำหนักผลผลิตที่ได้ต่ำที่สุด ถัดมา สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, BT sub.*kerstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorantraniliprole 5.17% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, lufenuron 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, HaNPV DOA BIO-V2 อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorfenapyr 10% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/

น้ำ 20 ลิตร, emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และ spinetoram 12% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร จากน้อยไปมาก ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

แปลงที่ 2 ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงในพื้นที่ปลูกมะเขือเทศจังหวัดนครพนมโดยเริ่มดำเนินการทดสอบตามกรรมวิธี ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม 2564 ในแปลงปลูกมะเขือเทศ อ.ปลาปาก จ.นครพนม ผลการทดลองพบว่า จากค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายก่อนและหลังพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเปอร์เซ็นประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดของสารกำจัดแมลง สารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายโดยจัดลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ BT sub.*kerstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, สารกำจัดแมลงchlorfenapyr 10% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, lufenuron 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, spinetoram 12% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorantraniliprole 5.17% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, indoxacarb 15% EC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, HaNPV DOA BIO-V2 อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และ lambdacyhalothrin 2.5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3, 4)

ซึ่งมีความสอดคล้องในทิศทางเดียวกับการทดลองที่ 1 กับผลการทดลองระดับอัตราความต้านทานที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการ ในส่วนของสารกำจัดแมลงที่หนอนเจาะสมอฝ้ายมีความต้านทานสูง ได้แก่ สารกำจัดแมลง lambdacyhalothrin 2.5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

น้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศที่ได้ ในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีน้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศรวมสูงที่สุด และถัดมาเป็น สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, indoxacarb 15% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorfenapyr 10% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, lufenuron 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, spinetoram12% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, lambdacyhalothrin 2.5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, BT sub.*kerstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และ HaNPV DOA BIO-V2 อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร จากมากไปน้อยตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักผลผลิตรวมสูงกว่า กรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง (ตารางที่ 4)

เปรียบเทียบต้นทุนการใช้สารกำจัดแมลงกับน้ำหนักผลผลิตที่ได้ในแต่ละกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงพบว่าสารกำจัดแมลง lambdacyhalothrin 2.5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนต่อน้ำหนักผลผลิตที่ได้ต่ำที่สุด ถัดมา สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, lufenuron 5% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorantraniliprole 5.17% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, BT sub.*kerstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, chlorfenapyr 10% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร, spinetoram 12% SC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และ HaNPV DOA BIO-V2 อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร จากน้อยไปมาก ตามลำดับ(ตารางที่ 4)

จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบระสิทธิภาพสารกำจัดแมลงที่สามารถควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ดี กับปริมาณผลผลิตมะเขือเทศที่ได้ และต้นทุนการใช้สารแต่ละกรรมวิธี จึงทำการคัดเลือกสารที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนที่ 2 การจัดการสารฆ่าแมลงในแปลงปลูกมะเขือเทศ ดังนี้

สาร indoxacarb 15% W/V EC

สาร lufenuron 5% W/V EC

สาร emamectin benzoate 1.92% W/V EC

สาร spinetoram 12% W/V SC

สาร chlorfenapyr 10% W/V SC

สาร chlorantraniliprole 5.17% W/V SC

สารชีวภัณฑ์ *Bacillus thuriengiensis* subsp. *kurstaki* 10,600 IU/mg SC

ความเป็นพิษของสาร (phytotoxicity)

ในทั้งสองแปลงทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้น ดอก และผลมะเขือเทศ

ผลการทดลองในขั้นตอนที่ 2 การจัดการสารฆ่าแมลงในแปลงปลูกมะเขือเทศ

แปลงที่ 1 ดำเนินการทดสอบตามกรรมวิธี ระหว่าง เดือนมีนาคม – เมษายน 2564 ในตำบลโคกสูง อำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนม ผลการทดลองพบว่า หลังการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งที่ 1 ในกรรมวิธีที่พ่น สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC2 ครั้ง/chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง และ สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง พบจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่า ในทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย (ตารางที่ 5)

หลังการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งที่ 2 ในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงทุกกรรมวิธี มีจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสาร พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

หลังการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งที่ 3 ในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง , indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง และ สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง พบจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย

เฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่า ในทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย (ตารางที่ 5)

หลังการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งที่ 4 พบว่า ในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงกรรมวิธีอื่นมีจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสาร พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

น้ำหนักผลผลิตรวมต่อแปลงย่อย เมื่อเปรียบเทียบในทุกกรรมวิธี พบว่าในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงทุกกรรมวิธี มีน้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศเฉลี่ยมากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสาร พบว่าในทุกกรรรมวิธีน้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง มีน้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศเฉลี่ยมากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง (ตารางที่ 5)

ค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายก่อนและหลังพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ในแปลงที่ 1 ตำบลโคกสูง อำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนม แสดงให้เห็นว่าแต่ละกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงสามารถใช้ในการสลับหมุนเวียนในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในมะเขือเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพดีใกล้เคียงกัน โดยจัดลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง , สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง , สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง/ chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง และ สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง เป็นลำดับสุดท้าย ซึ่งมีเปอร์เซ็นประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดของสารเป็น 73.8%, 70.9%, 65.5%, 64.2%, 59.5%, 52.2%, 51.2% และ 26.2% ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

น้ำหนักรวมของผลผลิตมะเขือเทศในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง ,สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัด

แมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง/chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง และสารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้งเป็น 986/ 837/ 784/ 730/ 698/ 661/656 และ 549 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า กรรมวิธีที่ไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่ได้น้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศรวม 373 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 7)

ต้นทุนของการพ่นสารในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง , สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง และสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง/chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง ได้แก่ 346.67, 382.22, 435.56, 631.11, 648.89, 693.33, 933.33 และ 977.78 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

แปลงที่ 2 ดำเนินการทดสอบตามกรรมวิธี ระหว่าง เดือนมีนาคม – เมษายน 2564 ในตำบลโคกสว่าง อำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนม ผลการทดลองพบว่า หลังการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งที่ 1 ในทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ยกเว้นในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง และสารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง พบจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง พบจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับสารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง ส่วนในกรรมวิธีอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้าย (ตารางที่ 6)

หลังการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งที่ 2 ในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงทุกกรรมวิธี มีจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสาร พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

หลังการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งที่ 3 ในทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ยกเว้น ในกรรมวิธีที่พ่น indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง และ สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT*

sub.*kerstaki* 2 ครั้ง พบจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเปรียบเทียบในกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่าจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 6)

หลังการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งที่ 4 ในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง และสารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง /chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง พบจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยน้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ส่วนในกรรมวิธีอื่นๆไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และเปรียบเทียบในกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่า จำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

น้ำหนักผลผลิตรวมต่อแปลงย่อย พบว่าในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงทุกกรรมวิธี มีน้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศเฉลี่ยมากกว่าแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ยกเว้นในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร และเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสาร พบว่าน้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายก่อนและหลังพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ในแปลงที่ 2 ตำบลโคกสว่าง อำเภอปลาปาก จังหวัดนครพนม แสดงให้เห็นว่าแต่ละกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงสามารถใช้ในการสลับหมุนเวียนในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในมะเขือเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพดีใกล้เคียงกัน โดยจัดลำดับจากมากไปน้อยได้ ดังนี้สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง /chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง , สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ BT sub.kerstaki 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง และ สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง เป็นลำดับสุดท้าย ซึ่งมีเปอร์เซ็นประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดของสารเป็น 93.3%, 84.6%, 84.4%, 78.3%, 70.8%, 62.1%, 58.3%
และ 43.4%ตามลำดับ (ตารางที่ 8) น้ำหนักรวมของผลผลิตมะเขือเทศในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron

5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง/chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้งและ สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง เป็น 896, 878, 853, 750, 750, 713, 606 และ 498 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า กรรมวิธีที่ไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่ได้น้ำหนักผลผลิตมะเขือเทศรวม 132 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 8)

ต้นทุนของการพ่นสารในกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง/ *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง, สารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง / lufenuron 5% EC 2 ครั้ง , สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC 2 ครั้ง / chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง และสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง/chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง ได้แก่ 355.56, 391.11, 426.67, 640, 648.89, 657.78, 933.33 และ 951.11 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จากผลการทดลองในทั้งสองแปลง แปลงที่ 1 ตำบลโคกสูง อำเภอปลาปาก กรรมวิธีใช้สารกำจัดแมลงที่มีต้นทุนต่ำ มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ดี ในขณะที่แปลงที่ 2 ในตำบลโคกสว่าง จะเห็นได้ว่าในกรรมวิธีพ่นสารที่มีประสิทธิภาพกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ค่อนข้างดี คือกรรมวิธีที่มีต้นทุนในการใช้สารที่สูง แต่ในกรรมวิธีที่มีต้นทุนในการใช้ถูกลงมา ก็ยังสามารถใช้กำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายอย่างได้ผลอยู่ในระดับที่ดี ในการเลือกใช้สารกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในแปลงจึงควรพิจารณาจากหลายสิ่งประกอบกันเพื่อให้ได้ผลดีและต้นทุนไม่สูงจนเกินไป เช่น ระยะของต้นมะเขือเทศที่หนอนเจาะสมอฝ้ายเข้าทำลาย ก็มีส่วนสำคัญในการพิจารณาใช้สารกำจัดแมลง

<u>ความเป็นพิษของสาร (phytotoxicity)</u>

ในทั้งสองแปลงทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้น ดอก และผลมะเขือเทศ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบระสิทธิภาพสารกำจัดแมลงที่สามารถควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ดี กับปริมาณผลผลิตมะเขือเทศที่ได้ และต้นทุนการใช้สารแต่ละกรรมวิธี จึงทำการคัดเลือกสารที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนที่ 2 การจัดการสารฆ่าแมลงในแปลงปลูกมะเขือเทศ ดังนี้ สาร indoxacarb 15% W/V EC,

สาร lufenuron 5% W/V EC, สาร emamectin benzoate 1.92% W/V EC, spinetoram 12% W/V SC, สาร chlorfenapyr 10% W/V SC, สาร chlorantraniliprole 5.17% W/V SC และสารชีวภัณฑ์ *Bacillus thuriengiensis* subsp. *kurstaki* 10,600 IU/mg SC

โดยสารกำจัดแมลงที่ใช้ในแต่ละกรรมวิธี เป็นสารที่อยู่ในกลุ่มสารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน เหมาะที่จะนำมาใช้ในการหมุนเวียนกลุ่มสาร เพื่อป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในมะเขือเทศ แต่ในการเลือกสารกำจัดแมลงมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือการหมุนเวียนสารเพื่อจัดการความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงของหนอนเจาะสมอฝ้าย ต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ เช่น ระยะของพืชที่หนอนเจาะสมอฝ้ายระบาด และปริมาณการระบาดของหนอนเจาะสมอฝ้ายในพื้นที่ปลูก เพื่อให้สามารถเลือกใช้สารกำจัดแมลงได้อย่างเหมาะสม ทั้งในด้านประสิทธิภาพของสาร และราคาต้นทุนของสารที่นำมาใช้

จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 2 การจัดการสารฆ่าแมลง พบว่า ในกรรมวิธีที่พ่นสารทุกกรรมวิธีสามารถป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ดี แต่แนวโน้มของประสิทธิภาพการควบคุมหนอนและผลผลิตที่ได้จะสูงขึ้นตามราคาต้นทุน ดังนั้นการเลือกใช้สารกับหนอนเจาะสมอฝ้ายในมะเขือเทศจึงควรคำนึงถึงความเหมาะสม ตามความจำเป็นในแต่ละช่วงของต้นมะเขือเทศ ในระยะที่ต้นเจริญเติบโตแต่ยังไม่ติดดอก หากพบการทำลายของหนอนเจาะสมอฝ้าย สามารถเลือกใช้กรรมวิธีที่ต้นทุนไม่สูงจนเกินไป แต่สามารถกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ ได้แก่กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง, lufenuron 5% EC 2 ครั้ง ที่มีต้นทุนอยู่ในช่วง 340-360 บาทต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย 65% หรือ chlorantraniliprole 5.17% SC 2 ครั้ง, *BT* sub.*kerstaki* 2 ครั้ง ที่ต้นทุนอยู่ในช่วง 420-430 บาทต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย 60% ส่วนในระยะที่มีการติดดอกและเริ่มมีการติดผลขนาดเล็ก เป็นระยะที่ต้องเข้มงวดในการดูแลเนื่องจากเป็นระยะให้ผลผลิต จึงควรใช้สารกำจัดแมลงที่กำจัดแมลงอย่างได้ผล ได้แก่ กรรมวิธีพ่นสาร indoxacarb 15% EC 2 ครั้ง, chlorfenapyr 10% SC 2 ครั้ง ต้นทุนอยู่ในช่วง 630-650 บาทต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย 78% หรือ กรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC 2 ครั้ง, lufenuron 5% EC 2 ครั้ง ต้นทุนอยู่ในช่วง 640-650 บาทต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย 73% หรือ emamectin benzoate 1.92% EC 2 ครั้ง, lufenuron 5% EC 2 ครั้ง ต้นทุนอยู่ในช่วง 650-700 บาทต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย 84% โดยการพ่นสารในกรรมวิธีที่แนะนำนั้น คำนวณต้นทุนจากการพ่นสารในช่วง 1 วงจรชีวิต ของหนอนเจาะสมอฝ้าย อย่างไรก็ตามการเลือกใช้สารในกรรมวิธีใดต้องขึ้นอยู่กับระดับความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงชนิดนั้นๆ และต้องมีการเลือกใช้หมุนเวียนกลุ่มสารอย่างเหมาะสม เพื่อการป้องกันกำจัดที่มีประสิทธิภาพและหนอนเจาะสมอฝ้ายไม่พัฒนาความต้านทานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มบริหารศัตรูพืช และกลุ่มกีฏวิทยา. 2554. *เอกสารวิชาการ แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 74 หน้า

ธีราทัย บุญญะประภา สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และสมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2557. ประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย, *Helicoverpa armigera* (Hübner) ในมะเขือเทศ. *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2557* สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง. 2557. ความรู้พื้นฐานความต้านทานต่อสารกำจัดแมลง และการบริหารจัดการ. *เอกสารวิชาการ การอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร การตรวจสอบและการจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงครั้งที่ 2*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 46-47

Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). 2021. IRAC Mode of Action Classification Scheme Issued, December 2021. Version 10. 1. (Online). Available: http//www.irac-online.org (December 18, 2021).

Table 1 The average of Cotton bollworm , *Helicoverpa armigera* (Hübner) before and after application treatment compared with non-treatment (untreated) on Tha Maka district, Kanchanaburi province in January-February 2019.

	Treatment	Application rate (ml per 20 l of water)	Cotton bollworm[1/] (per plot)				Yield of Tomato[1/] (kg per plot)
			Before App.treatment	5 Day after App.treatment			
				1 st	2 nd	3 rd	
1	indoxacarb 15% EC	15	45.50	20.50 a	13.25 a	4.50 a	16.97 a
2	spinetoram 12% SC	15	44.25	24.75 ab	15.00 ab	4.25 a	16.53 a
3	emamectin benzoate 1.92% EC	20	48.75	20.75 ab	11.50 a	4.00 a	15.82 a
4	lufenuron 5% EC	20	47.50	31.25 bc	14.50 a	4.00 a	15.57 ab
5	lambdacyhalothrin 2.5% EC	20	50.00	38.50 c	27.00 c	9.25 bc	14.49 c
6	chlorantraniliprole 5.17% SC	15	48.75	19.50 a	13.25 a	4.25 a	15.37 b
7	chlorfenapyr 10% SC	30	50.00	27.25 bc	17.50 b	5.25 ab	15.53 ab
8	BT sub.*kerstaki*	100	47.75	22.00 ab	22.75 bc	8.50 bc	15.67 ab
9	HaNPV	30	50.00	31.25 bc	21.50 bc	9.50 bc	15.82 a
10	Untreated	-	50.00	36.50 c	26.75 c	12.25 c	14.55 c
	C.V.(%)		11.7	33.6	39.7	36.4	18.9
	R.E.(%)[2/]					93.9	90.3

[1/] In the column followed by same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

[2/] Relative efficiency

Table 2 Cost of insecticide, yield of tomato per rai and efficacy of insecticide for control Cotton bollworm on Tha Maka district, Kanchanaburi province in January-February 2019.

	Treatment	Application rate (ml per 20 l of water)	Efficacy of insecticide (%)[1/]	Yield of Tomato[2/] (kg per Rai)	Cost of insecticide (bath per rai)	Cost per yield (bath per kg)
1	indoxacarb 15% EC	15	59.63	203.6	369.80	0.41
2	spinetoram 12% SC	15	60.8	198.3	1,105.75	1.25
3	emamectin benzoate 1.92% EC	20	66.51	189.8	1,050.13	1.24
4	lufenuron 5% EC	20	65.63	186.8	457.60	0.55
5	lambdacyhalothrin 2.5% EC	20	24.49	173.9	95.20	0.12
6	chlorantraniliprole 5.17% SC	15	64.42	184.4	443.92	0.54
7	chlorfenapyr 10% SC	30	57.14	186.4	935.79	1.13
8	BT sub.*kerstaki*	100	27.34	188	411.02	0.49
9	HaNPV	30	22.45	189.8	820.50	0.97
10	Untreated	-	-	174.6	-	-

[1/] Efficacy of insecticide (%) by Henderson and Tilton formula (1955)

[2/] Total yield of tomato in each treatment

Table 3 The average of Cotton bollworm , *Helicoverpa armigera* (Hübner) before and after application treatment compared with non-treatment (untreated) on Pla Pak district, Nakhon Phanom province in February-March 2021.

	Treatment	Application rate (ml per 20 l of water)	Cotton bollworm[1/] (per plot)				Yield of Tomato[1/] (kg per plot)
			Before App.treatment	5 Day after App.treatment			
				1 st	2 nd	3 rd	
1	indoxacarb 15% EC	15	20.0	10.3 a	4.7 a	4.3 a	21.0 ab
2	spinetoram 12% SC	15	19.3	10.3 a	2.7 a	2.3 a	15.3 b
3	emamectin benzoate 1.92% EC	20	21.3	11.0 a	6.0 a	4.3 a	24.0 a
4	lufenuron 5% EC	20	20.7	4.7 a	2.7 a	2.3 a	18.7 ab
5	lambdacyhalothrin 2.5% EC	20	18.3	10.3 a	2.7 a	5.7 a	14.7 b
6	chlorantraniliprole 5.17% SC	15	12.7	5.0 a	4.7 a	2.3 a	25.3 a
7	chlorfenapyr 10% SC	30	18.3	10.7 a	2.7 a	1.7 a	19.3 ab
8	BT sub.*kerstaki*	100	14.7	6.3 a	3.3 a	1.0 a	11.3 b
9	HaNPV	30	16.3	7.7 a	1.7 a	5.3 a	8.3 b
10	Untreated	-	37.3	38.0 b	39.7 b	22.7 b	5.3 c
	C.V.(%)		26.75	50.9	42.2	59.6	12.76
	R.E.(%)[2/]				45.9	53.3	

[1/] In the column followed by same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

[2/] Relative efficiency

Table 4 Cost of insecticide, yield of tomato per rai and efficacy of insecticide for control Cotton bollworm on Pla Pak district, Nakhon Phanom province in February-March 2021.

	Treatment	Application rate (ml per 20 l of water)	Efficacy of insecticide (%)[1/]	Yield of Tomato[2/] (kg per Rai)	Cost of insecticide (bath per rai)	Cost per yield (bath per kg)
1	indoxacarb 15% EC	15	64.7	1,120.0	168	0.15
2	spinetoram 12% SC	15	80.4	817.8	440	0.54
3	emamectin benzoate 1.92% EC	20	66.8	1,280.0	469	0.37
4	lufenuron 5% EC	20	81.7	995.6	145	0.15
5	lambdacyhalothrin 2.5% EC	20	32.0	782.2	39	0.05
6	chlorantraniliprole 5.17% SC	15	70.2	1,351.1	209	0.16
7	chlorfenapyr 10% SC	30	84.7	1,031.1	386	0.37
8	BT sub.*kerstaki*	100	88.8	604.4	166	0.27
9	HaNPV	30	46.6	444.4	360	0.81
10	Untreated	-	-	284.4	-	-

[1/] Efficacy of insecticide (%) by Henderson and Tilton formula (1955)

[2/] Total yield of tomato in each treatment

Table 5 The average of Cotton bollworm , *Helicoverpa armigera* (Hübner) before and after application treatment with insecticide rotation patterns compared with non-treatment (untreated) on Khok Sung Subdistrict, Pla Pak district, Nakhon Phanom province in March-April 2021.

	Treatment	Application rate (ml per 20 l of water)	Number of Cotton bollworm[1/] (per plot)					Yield of Tomato[1/] (kg per plot)
			Before App.treatment	After App.treatment				
				1st	2nd	3rd	4th	
1	indoxacarb 15% EC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	29.0	22.3a	19.3a	13.0ab	3.3a	15.7ab
2	emamectin benzoate 1.92% EC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	20, 20	26.7	27.7ab	20.3a	10.7a	4.3a	18.5a
3	spinetoram 12% SC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	31.3	27.3ab	15.7a	11.3a	2.7a	14.7ab
4	indoxacarb 15% EC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	15, 30	27.3	23.7a	17.3a	7.7a	4.3a	13.7ab
5	emamectin benzoate 1.92% EC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	20, 30	24.7	21.3a	22.3a	15.7ab	3.3a	12.3ab
6	spinetoram 12% SC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	15, 30	31.3	29.7ab	23.3a	7.7a	3.7a	12.4ab
7	chlorantraniliprole 5.17% SC 2 times , BT sub.*kerstaki* 2 times	15, 100	31.3	22.3a	17.3a	9.7a	3.0a	10.3b
8	chlorantraniliprole 5.17% SC 2 times , lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	30.0	24.3ab	18.0a	17.3ab	7.3ab	13.1ab
9	Untreated	-	37.3	38.0b	39.7b	22.7b	12.3b	7.0c
	C.V.(%)		31.25	35.66	27.13	43.32	61.82	32.01

[1/] In the column followed by same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 6 The average of Cotton bollworm , *Helicoverpa armigera* (Hübner) before and after application treatment with insecticide rotation patterns compared with non-treatment (untreated) on Khok Sawang Subdistrict, Pla Pak district, Nakhon Phanom province in March-April 2021.

	Treatment	Application rate (ml per 20 l of water)	Number of Cotton bollworm[1/] (per plot)					Yield of Tomato [1/] (kg per plot)
			Before App.treatment	After App.treatment				
				1st	2nd	3rd	4th	
1	indoxacarb 15% EC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	35.0	22.0abc	19.3a	11.3ab	4.0ab	11.4a
2	emamectin benzoate 1.92% EC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	20, 20	38.0	24.0abc	16.3a	11.3ab	2.3a	14.1a
3	spinetoram 12% SC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	25.7	19.0ab	17.7a	6.3ab	5.7ab	9.3ab
4	indoxacarb 15% EC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	15, 30	31.7	15.0a	21.3a	5.7a	2.7a	16.5a
5	emamectin benzoate 1.92% EC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	20, 30	32.7	28.0abc	17.3a	12.7ab	2.0a	14.1a
6	spinetoram 12% SC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	15, 30	38.3	27.0abc	21.0a	11.3ab	1.0a	16.8a
7	chlorantraniliprole 5.17% SC 2 times , BT sub.*kerstaki* 2 times	15, 100	35.7	25.0abc	18.3a	4.0a	5.3ab	16.0a
8	chlorantraniliprole 5.17% SC 2 times , lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	26.3	31.7bc	20.0a	10.0ab	4.3ab	13.4a
9	Untreated	-	26.3	35.3c	44.7b	17.0b	10.3b	2.5b
	C.V.(%)		23.88	30.01	40.82	55.57	86.50	37.15

[1/] In the column followed by same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 7 Cost of insecticide, yield of tomato per rai and efficacy of insecticide for control Cotton bollworm on Khok Sung Subdistrict, Pla Pak district, Nakhon Phanom province in March-April 2021.

	Treatment	Application rate (ml per 20 l of water)	Efficacy of insecticide (%)[1/]	Yield of Tomato[2/] (kg per Rai)	Cost of insecticide (bath per rai)
1	indoxacarb 15% EC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	65.49	837	346.67
2	emamectin benzoate 1.92% EC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	20, 20	51.16	986	693.33
3	spinetoram 12% SC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	73.84	784	648.89
4	indoxacarb 15% EC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	15, 30	52.24	730	631.11
5	emamectin benzoate 1.92% EC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	20, 30	59.48	656	977.78
6	spinetoram 12% SC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	15, 30	64.15	661	933.33
7	chlorantraniliprole 5.17% SC 2 times , BT sub.*kerstaki* 2 times	15, 100	70.93	549	435.56
8	chlorantraniliprole 5.17% SC 2 times , lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	26.21	698	382.22
9	Untreated	-	-	373	-

[1/] Efficacy of insecticide (%) by Henderson and Tilton formula (1955)

[2/] Total yield of tomato in each treatment

Table 8 Cost of insecticide, yield of tomato per rai and efficacy of insecticide for control Cotton bollworm on Khok Sawang Subdistrict, Pla Pak district, Nakhon Phanom province in March-April 2021.

	Treatment	Application rate (ml per 20 l of water)	Efficacy of insecticide (%)[1/]	Yield of Tomato[2/] (kg per Rai)	Cost of insecticide (bath per rai)
1	indoxacarb 15% EC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	70.8	606	355.56
2	emamectin benzoate 1.92% EC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	20, 20	84.6	750	657.78
3	spinetoram 12% SC 2 times, lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	43.4	498	640.00
4	indoxacarb 15% EC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	15, 30	78.3	878	648.89
5	emamectin benzoate 1.92% EC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	20, 30	84.4	750	951.11
6	spinetoram 12% SC 2 times, chlorfenapyr 10% SC 2 times	15, 30	93.3	896	933.33
7	chlorantraniliprole 5.17% SC 2 times , BT sub.*kerstaki* 2 times	15, 100	62.1	853	426.67
8	chlorantraniliprole 5.17% SC 2 times , lufenuron 5% EC 2 times	15, 20	58.3	713	391.11
9	Untreated	-	-	132	-

[1/] Efficacy of insecticide (%) by Henderson and Tilton formula (1955)

[2/] Total yield of tomato in each treatment

การเปลี่ยนแปลงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง spinetoram ในหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในพืชตระกูลกะหล่ำ

Variation in Resistance to Spinetoram Insecticide in Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L., in Cruciferous Plants

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา

กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

สารฆ่าแมลง spinetoram 12% SC เป็นสารที่นิยมใช้แบบหมุนเวียนในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ที่ทำลายพืชตระกูลกะหล่ำในหลายพื้นที่ ถ้าหนอนใยผักในพื้นที่ใดเกิดความต้านทานสูงต่อสารชนิดนี้ เกษตรกรควรหยุดใช้สารชนิดนี้จนกว่าปัญหาความต้านทานจะลดลง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง spinetoram ในหนอนใยผักจากพื้นที่ต่าง ๆ โดยนำหนอนใยผักที่ทำลายพืชตระกูลกะหล่ำในแปลงเกษตรกรอำเภอท่ามะกา และท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอหล่มเก่า หล่มสัก และเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอพบพระ และแม่สอด จังหวัดตาก และอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการจนได้หนอนรุ่น F1 ทำการทดสอบความต้านทานโดยวิธี Leaf-dipping โดยใช้ใบอ่อนกะหล่ำปลีชุบด้วยสาร spinetoram ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วให้หนอนวัย 2-3 กิน บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายหลังจากให้หนอนกินใบผักที่ชุบสารเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า หนอนใยผักจากอำเภอท่ามะกา และท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอหล่มเก่า และหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มสร้างความต้านทานต่อสารชนิดนี้ โดยพบว่าความต้านทานต่อสาร spinetoram มีค่า resistance factor (RF) เกิน 1 เท่า ส่วนหนอนใยผักจากอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอพบพระ และแม่สอด จังหวัดตาก และอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ยังไม่มีความต้านทานต่อสาร spinetoram โดยมีค่า RF น้อยกว่า 1 เท่า ดังนั้นจึงควรแนะนำเกษตรกรที่ปลูกผักตระกูลกะหล่ำในพื้นที่ที่หนอนใยผักมีค่า RF เกิน 1 เท่า ให้ลดหรือหยุดการใช้สาร spinetoram ช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยใช้สารกลุ่มอื่นแทนเพื่อป้องกันปัญหาความต้านทานต่อสารชนิดนี้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้น และถ้าต้องใช้สารชนิดนี้จะต้องใช้แบบหมุนเวียนเท่านั้น

คำหลัก : ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผัก ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง หนอนใยผัก

รหัสการทดลอง 03-29-60-01-01-00-16-63

คำนำ

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) เป็นแมลงศัตรูผักตระกูลกะหล่ำที่มีการทำลายรุนแรงที่สุด เนื่องจากหนอนใยผักมีการระบาดเป็นประจำและสามารถกัดกินทำลายผักเสียหายอย่างรวดเร็วตั้งแต่ระยะต้นอ่อนขึ้นไป การป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ทำได้ยาก เกษตรกรส่วนใหญ่มักใช้สารฆ่าแมลงเป็นหลักในการป้องกันกำจัด เพราะให้ผลที่รวดเร็วในการลดประชากรและการทำลายของแมลง แต่การที่เกษตรกรใช้สารฆ่าแมลงชนิดเดิมหรือกลุ่มเดิมซ้ำกันบ่อยครั้ง ทำให้แมลงชนิดนี้มีความต้านทานสูงต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิด (พรรณเพ็ญและคณะ, 2542; APRD, 2009; Zhao *et al*., 2006; Zhou *et al*., 2010)

ในปัจจุบันเกษตรกรต้องใช้สารฆ่าแมลงเพิ่มมากขึ้นในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักที่ต้านทาน แต่การใช้สารฆ่าแมลงเพิ่มมากขึ้นมักไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร และยิ่งทำให้เกษตรกรเสียค่าใช้จ่ายสูง สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักมีให้เกษตรกรเลือกไม่มาก วินัยและณัฐวัฒน์ (2538) รายงานว่าสารฆ่าแมลง abamectin , fipronil และ chlorfenapyr มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า แต่ก็มีแนวโน้มที่หนอนใยจะแสดงความต้านทาน สมศักดิ์และคณะ (2555) รายงานเพิ่มเติมว่าสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักคือ spinosad 12%SC, tolfenpyrad 16%EC, chlorfenapyr 10%SC และ indoxacarb 15%SC

การที่มีสารฆ่าแมลงไม่กี่ชนิดที่สามารถใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้เนื่องจากว่าหนอนใยผักสร้างความต้านทานได้อย่างรวดเร็ว จากรายงานของ Byrne and Toscano (2001) และ วินัยและณัฐวัฒน์ (2538) พบว่าหนอนใยผักแสดงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มคาร์บาเมทเมท นอกจากนี้สุภราดาและคณะฯ (2553, 2554) รายงานว่าหนอนใยผักแสดงความต้านทานสูงต่อสารฆ่าแมลง emamectin benzoate, fipronil และ flubendiamide ดังนั้นปัญหาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผักจึงเป็นปัญหาสำคัญ

แนวทางสมัยใหม่ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาศัตรูพืชต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชคือการใช้สารแบบหมุนเวียน (pesticide rotation) (Onstad, 2014) ดังนั้นการแก้ปัญหาหนอนใยผักสร้างความต้านทานจึงต้องพัฒนาระบบการจัดการความต้านทานโดยการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน ในปัจจุบันนี้สารฆ่าแมลง spinetoram มีประสิทธิภาพสูงมากในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก และมีการนำมาใช้ในแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนเพื่อลดปัญหาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผักในพื้นที่ต่าง ๆ ในอนาคตเกษตรกรอาจใช้สาร spinetoram บ่อยครั้งและเป็นจำนวนมากขึ้นซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาแมลงสร้างความต้านทานสูงขึ้นมากจนทำให้ใช้สารชนิดนี้ไม่ได้อีกต่อไป

ดังนั้นเพื่อเป็นการรับมือกับสถานการณ์ปัญหาความต้านทานต่อสาร spinetoram ในหนอนใยผักที่จะเกิดขึ้น จึงทำการทดลองเพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง spinetoram

ในหนอนใยผักในพื้นที่ต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้จะใช้ในการแจ้งเตือนปัญหาความต้านทานให้เกษตรกรทราบ และใช้ในการปรับปรุงแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนในแต่และพื้นที่ ทั้งนี้ก็เพื่อรักษาสารฆ่าแมลง spinetoram ที่มีประสิทธิภาพดีไม่ให้แมลงสร้างความต้านทานสูงขึ้น ทำให้สามารถใช้สารชนิดนี้ในระบบการหมุนเวียนสารฆ่าแมลงเพื่อแก้ปัญหาความต้านทานในหนอนใยผักได้ต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเก็บแมลงทดลอง เช่น ถุงพลาสติก กล่องพลาสติก ถ้วยพลาสติก กล่องเก็บความเย็น ฯลฯ
2. พืชอาหารเลี้ยงแมลง ได้แก่ ใบอ่อนพืชตระกูลกะหล่ำ
3. อุปกรณ์เลี้ยงแมลง ได้แก่ กรงเลี้ยงแมลง กล่องพลาสติก ถ้วยพลาสติก ปากคีบ พู่กัน น้ำผึ้ง กระดาษชำระ สำลี ฯลฯ
4. อุปกรณ์การปลูกพืช ได้แก่ กระถางต้นไม้ ดิน ปุ๋ย พลั่วมือ ฯลฯ
5. อุปกรณ์ในการทดลอง ได้แก่ สารฆ่าแมลง spinetoram (Exalt 12 %W/V SC) สารจับใบ (Triton-X100) น้ำกรองแบบ reversed osmosis, micropipette, beaker ฯลฯ
6. ตู้เย็น และตู้แช่แข็ง

วิธีการ

เก็บหนอนใยผักจากแหล่งปลูกผักที่สำคัญต่าง ๆ ได้แก่ อำเภอท่ามะกา และอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก และอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอพบพระ และอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ , แต่ละแปลงเก็บหนอนไม่ต่ำกว่า 200 ตัว มาเลี้ยงขยายพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ แยกเลี้ยงหนอนที่เก็บจากแต่ละพื้นที่ไม่ให้ปะปนกัน ใช้ใบผักตระกูลกะหล่ำเป็นอาหารจนหนอนเข้าดักแด้ นำดักแด้ใส่กรงโดยแยกแมลงจากแต่ละแหล่ง เมื่อดักแด้ออกเป็นผีเสื้อจึงปล่อยให้ผีเสื้อผสมพันธุ์และวางไข่ ให้น้ำผึ้ง 10% ชุบกับสำลีเป็นอาหารแก่ผีเสื้อ ให้ผีเสื้อวางไข่บนแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ เมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอนรุ่น F1 ปล่อยให้หนอนกินใบของต้นกล้าผักตระกูลกะหล่ำ ต่อมาจึงเลี้ยงหนอนโดยใช้ใบอ่อนของผักตระกูลกะหล่ำ เมื่อหนอนเข้าระยะวัย 2 ช่วงปลาย หรือวัย 3 ช่วงต้น ทำการสุ่มหนอนที่มีขนาดสม่ำเสมอกัน มีความยาวลำตัว 3-5 มิลลิเมตรมาใช้ในการทดลอง

นำหนอนใยผักจากแต่ละแหล่งมาทำการทดลองโดยวิธี leaf-dip bioassay ซึ่งประยุกต์จากวิธีของ IRAC (www.irac-online.org) และ Fahmy *et al*. 1991 โดยใช้ใบอ่อนของผักตระกูลกะหล่ำทำการตัดใบให้มีขนาด 5x5 ซ.ม. แล้วจุ่มใบกะหล่ำในสารฆ่าแมลง spinetoram ความเข้มข้นต่าง ๆ

อย่างน้อย 5 ความเข้มข้น โดยละลายสารฆ่าแมลงในน้ำที่ผสมสารจับใบ (Triton X-100) อัตรา 0.05 มล./ลิตร จุ่มใบกะหล่ำนาน 10 วินาที ผึ่งให้แห้งแล้วนำไปใส่ในถ้วยพลาสติก ทำการใส่หนอนใยผักที่มีขนาดสม่ำเสมอกันจำนวน 10 ตัวลงในแต่ละถ้วย ส่วนชุดควบคุม (control) ทำการใส่หนอนในถ้วยพลาสติกที่ใส่ใบผักชุบน้ำซึ่งผสมสารจับใบ ทำการทดลอง 3-4 ซ้ำ

เช็คผลการตายของหนอนที่ 48 ชั่วโมง ถ้าพบว่าหนอนในชุดควบคุมตาย 5-20% จะทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) แต่ถ้าตายเกิน 20% จะทำการทดลองใหม่ สูตรของ Abbott :

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

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักจากสารฆ่าแมลง spinetoram ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาวิเคราะห์ผลโดยวิธี Probit analysis (Finney, 1971) เพื่อหาค่าความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงที่ทำให้หนอนตาย 50% (50% lethal concentration, LC_{50}) และ 90% (LC_{90}) แล้วทำการหาค่า Resistance factor (RF) เพื่อเปรียบเทียบความรุนแรงของความต้านทานสารฆ่าแมลงในหนอนใยผักที่เก็บจากแต่ละแหล่งตามวิธีของ Morse and Brawner (1986)

$$\text{ค่า Resistance factor} = \frac{\text{ค่า } LC_{90} \text{ ของสารฆ่าแมลงในแมลงที่เก็บจากแต่ละแหล่ง (ppm)}}{\text{ค่าความเข้มข้นที่อัตราแนะนำของสารฆ่าแมลงชนิดนั้น (ppm)}}$$

ถ้าค่า Resistance factor > 1 แสดงว่าหนอนใยผักในแหล่งนั้นมีความต้านทานต่อสาร spinetoram

นำข้อมูลค่า RF ของหนอนใยผักจากแต่ละแหล่ง และในแต่ละช่วงเวลามาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง spinetoram

เวลาและสถานที่

- ทำการทดลองในช่วงเดือนธันวาคม 2563 ถึง เมษายน 2564
- ห้องปฏิบัติการกลุ่มบริหารศัตรูพืช ตึกสิทธิพร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จังหวัดกรุงเทพฯ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทราบข้อมูลความต้านทานและการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของแมลงศัตรูพืชในพื้นที่ต่าง ๆ ทำให้สามารถวางแผนและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาความต้านทานโดยการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน (Onstad, 2014) ได้ สาร spinetoram เป็นสารที่มีการแนะนำให้ใช้แบบหมุนเวียนเพื่อป้องกันปัญหาความต้านทานในหนอนใยผัก (Huang *et al*., 2011) และเกษตรกรมีการใช้สารชนิดนี้อย่าง

แพร่หลาย การทราบความต้านทานและการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของหนอนใยผักในพื้นที่ต่าง ๆ ต่อสารดังกล่าวจะช่วยในการปรับแผนการใช้สาร spinetoram แบบหมุนเวียนให้ดีขึ้น ทำให้หนอนใยผักพัฒนาความต้านทานได้ช้า (Lima *et al*., 2016) จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าขณะนี้หนอนใยผักในแปลงเกษตรกรในอำเภอท่ามะกา และท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอหล่มเก่า และหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มสร้างความต้านทานต่อสาร spinetoram โดยพบว่าความต้านทานล่าสุดต่อสาร spinetoram มีค่า RF เกิน 1 เท่า คือ เท่ากับ 2.04, 2.11, 1.37, 1.07 และ 2.04 เท่า ตามลำดับ ส่วนหนอนใยผักในแปลงเกษตรกรในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอพบพระ และแม่สอด จังหวัดตาก และอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ยังไม่มีความต้านทานต่อสาร spinetoram โดยมีค่า RF น้อยกว่า 1 เท่า คือ เท่ากับ 0.71, 0.42, 0.37 และ 0.99 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ดังนั้นจึงควรแนะนำและแจ้งเตือนเกษตรกรที่ปลูกผักตระกูลกะหล่ำในอำเภอท่ามะกา และท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอหล่มเก่า และหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ให้ลดความถี่ในการใช้สารหรือหยุดพักการใช้สาร spinetoram ช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 2-3 เดือน หรือจนกว่าความต้านทานต่อสารชนิดนี้จะลดลง โดยใช้สารกลุ่มอื่นทดแทนเพื่อป้องกันปัญหาความต้านทานต่อสาร spinetoram (Tamilselvan *et al.,* 2021) และต้องมีการปรับปรุงแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนในพื้นที่เหล่านี้ใหม่เพื่อไม่ให้แมลงสร้างความต้านทานสูงขึ้น (Riley *et al.,* 2020) ซึ่งจะทำให้สามารถใช้สาร spinetoram ในระบบการใช้สารแบบหมุนเวียนเพื่อแก้ปัญหาความต้านทานในหนอนใยผักได้ต่อไป ส่วนเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอพบพระ และแม่สอด จังหวัดตาก และอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ยังสามารถใช้สาร spinetoram ในระบบการใช้สารแบบหมุนเวียนเพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ต่อไปตามปกติ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากข้อมูลความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง spinetoram ในหนอนใยผักในพื้นที่ต่าง ๆ ชี้ว่าหนอนใยผักที่ทำลายพืชตระกูลกะหล่ำจากอำเภอท่ามะกา และท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอหล่มเก่า และหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มสร้างความต้านทานต่อสาร spinetoram ส่วนหนอนใยผักจากอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอพบพระ และแม่สอด จังหวัดตาก และอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ยังไม่พบว่ามีความต้านทานต่อสาร spinetoram ดังนั้นจึงควรแนะนำเกษตรกรที่ปลูกผักตระกูลกะหล่ำในอำเภอท่ามะกา และท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอหล่มเก่า และหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ให้ลดหรือหยุดการใช้สาร

spinetoram ช่วงระยะเวลาหนึ่งจนกว่าความต้านทานต่อสารชนิดนี้จะลดลง โดยใช้สารกลุ่มอื่นแทนเพื่อป้องกันปัญหาความต้านทานขยายตัวเพิ่มมากขึ้น และต้องมีการปรับปรุงการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนในพื้นที่เหล่านี้ใหม่

เอกสารอ้างอิง

พรรณเพ็ญ ชโยภาส ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ทวีศักดิ์ ชโยภาส กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และ สัญญาณี ศรีคชา. 2542. การตรวจความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักในแหล่งปลูกผักภาคต่างๆ, น. 1-15. *ใน* เอกสารวิชาการ รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2542. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย และณัฐวัฒน์ แย้มยิ้ม. 2538 การศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผักในคะน้า. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2538. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผักไม้ดอกและไม้ประดับ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 102-114.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และ ธีราทัย บุญญะประภา. 2555. ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักและผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติในกะหล่ำปลี.การประชุมสัมมนาวิชาการอารักขาพืช "ศัตรูพืชหมดปัญหาเมื่ออารักขาถูกวิธี "ภาคโปสเตอร์ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น พฤฒิชาติ ปุณวัฒโน และอุราพร หนูนารถ. 2553. ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มไดเอไมด์ในหนอนใยผัก. การประชุมสัมมนาวิชาการอารักขาพืช “อารักขาพืชไทยสู้ภัยศัตรูพืช” สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 42-47.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น พฤฒิชาติ ปุณวัฒโท อุราพร หนูนารถ และจีรนุช เอกอำนวย. 2554. ระดับความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงต่อหนอนใยผัก, *Plutella xylostella* (Linneaus), จากพื้นที่ปลูกสำคัญ 3 แห่ง. เอกสารวิชาการ รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 425-434.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.

[APRD] Arthropod Pesticide Resistance Database. 2009. Arthropod pesticide resistance database. (http://www.pesticideresistance.org/).

Byrne, F.J. and N.C. Tascano. 2001. Levels of organolphosphorus and carbarmate insecticide resistance conferred by insensitive acetycholinesterase in the beet armyworm. Review of Agricultural Entomology. 89(2): 187.

Fahmy, A.R., N. Sinchaisri and T. Miyata. 1991. Development of chlorfluazuron resistance and pattern of cross-resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella*. J. Pestic. Sci. 16: 665-672.

Finney, D.J.,1971. Probit Analysis, 3 rd Edition. Cambridge University Press, UK.

Huang, X. P., J. E. Dripps, S. Quinones, Y. K. Min and T. Tsai. 2011. Spinetoram, a new spinosyn insecticide for managing diamondback moth and other insect pests of crucifers. (pp. 222-227). *In* Proceedings of the Sixth International Workshop on Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests, AVRDC–The World Vegetable Center, Publication (No. 11755).

LimaNeto, J. E., M. H. Amaral, H. A. Siqueira, R. Barros and P. A. Silva. 2016. Resistance monitoring of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) to risk-reduced insecticides and cross resistance to spinetoram. Phytoparasitica. 44(5): 631-640.

Morse, J.G. and O.L. Brawner. 1986. Toxicity of pesticides to Scirtothrips citri (Thysanoptera: Thripidae) and implications to resistance management. J. Econ. Entomol. 79: 565-570.

Onstad, D.W. 2014. Insect Resistance Management: Biology, Economics and Prediction, 2 nd Edition. Academic Press, Amsterdam. 538 p.

Riley, D., H. Smith, J. Bennett, P. Torrance, E. Huffman, A. Sparks Jr. and D. Champagne. 2020. Regional survey of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) response to maximum dosages of insecticides in Georgia and Florida. J. Econ. Entomol. 113(5): 2458-2464.

Tamilselvan, R., J. S. Kennedy and A. Suganthi. 2021. Monitoring the resistance and baseline susceptibility of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) against spinetoram in Tamil Nadu, India. Crop Protection. 142: 105491.

Zhao, J.-Z., H.L. Collins, Y.-X. Li, R.F.L. Mau, G.D. Thompson, M. Hertlein, J.T. Andaloro, R. Boykin and A.M. Shelton. 2006. Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad, indoxacarb, and emamectin benzoate. J. Econ. Entomol. 99(1): 176-181.

Zhou L., J. Huang and H. Xu. 2010. Monitoring resistance of field populations of diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) to five insecticides in South China: A ten-year case study. Crop Protection 30 (3): 272-278.

Table 1 Spinetoram resistance in diamondback moth from various locations in Thailand in year 2020-2021.

Location District, Province	Month / year	LC_{50} [1/] (ppm)	95% CI [2/] (ppm)	LC_{90} [3/] (ppm)	95% CI [2/] (ppm)	Recommended dose (ppm)	RF [4/]
Tha Maka, Kanchanaburi	January 2020	40.5	29.6 – 54.5	349	227 – 638	180	1.94
Tha Maka, Kanchanaburi	April 2021	14.0	9.36 -21.4	368	179 – 1,081	180	2.04
Tha Muang, Kanchanaburi	December 2020	16.0	7.78 – 26.6	298	145 – 1,144	180	1.66
Tha Muang, Kanchanaburi	April 2021	23.6	16.3 – 35.1	379	197 – 1,019	180	2.11
Lom Kao, Phetchabun	August 2020	13.9	9.08 – 19.5	187	118 - 371	180	1.04
Lom Kao, Phetchabun	December 2020	28.9	22.1 – 38.4	247	158 - 464	180	1.37
Lom Sak, Phetchabun	December 2020	5.05	1.95 – 10.4	96.1	32.6 – 2,248	180	0.53
Lom Sak, Phetchabun	April 2021	4.96	2.88 – 8.87	193	69.1 – 1,247	180	1.07
Khao Kho, Phetchabun	December 2020	6.08	4.06 – 8.61	127	74.4 - 276	180	0.71
Phop Phra, Tak	December 2020	14.1	11.1 -18.3	75.5	50.5 - 138	180	0.42
Mae Sot, Tak	April 2021	6.45	4.98 – 8.33	66.5	44.8 - 111	180	0.37
Pak Chong, Nakhon Ratchasima	August 2020	16.5	11.2 – 22.7	178	115 - 337	180	0.99
Pak Chong, Nakhon Ratchasima	July 2021	10.0	7.28 – 13.6	88.1	56.8 – 162.7	180	0.49
Chiang Dao Chiang Mai	March 2021	24.9	14.6 – 46.5	366.3	153 – 1,647	180	2.04

[1/] Lethal concentration at 50%

[2/] 95% confidence interval

[3/] Lethal concentration at 90%

[4/] Resistance Factor = (LC_{90}/Recommended dose)

ความต้านทานและการจัดการสารกำจัดไร ในไรสองจุด *Tetranychus urticae* Koch ในสตรอว์เบอร์รี

Resistance and Acaricides Resistance Management to Two Spotted Mite, *Tetranychus urticae* Koch in Strawberry

ณพชรกร ธไภษัชย์ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง อทิติยา แก้วประดิษฐ์
วิมลวรรณ โชติวงศ์ วีระชัย สมศรี
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch is one of the major pests of strawberry in Thailand. It has a short life cycle and outbreak can occur rapidly. Growers usually apply acaricides to control this pest. However, prolonged was of acaricides often results in reduced control efficacy. **Experimental 1** This experimental aimed to study the resistance of several acaricides including pyridaben, propargite, fenpyroximate, tebufenpyrad, spiromesifen and abamectin in two-spotted spider mite on strawberry. Ten mite populations were collected from Nan, Chiang Mai, Phetchabun, Loei, and Chiang Rai Province. They were mass reared under laboratory conditions at Mite and Spider Research Group, Department of Agriculture until reaching F2 generation. The experiment was conducted separately for each mite population and each acaricide using leaf-dipping technique. Twenty adult female mite per replication were placed onto a mungbean leaf treated with various concentrations of acaricide. Each treatment contained at least 4 replications. Mortalities of two-spotted spider mite were recorded at 72 hrs after treatment. The LC_{50}, LC_{90} and resistance factor (RF) were then calculated. The results revealed that acaricide resistance differed among populations of two-spotted spider mite from Nan, Chiang Mai, Phetchabun, Loei, and Chiang Rai. Mite population from Mae Rim, Chiang Mai (CMI-MR) were highly resistance to pyridaben (RF = 74.48) and propargite (RF = 81.71) while population from Samoeng Tai, Samoeng, Chiang Mai (CMI-ST1) were highly resistant to spiromesifen (RF = 56.36) Therefore, in order to get effective spider mite control and to slow down acaricide resistance

รหัสการทดลอง 03-29-60-01-01-00-11-62

development, strawberry growers should avoid using acaricides which have been identified as high resistance in those respective areas. **Experimental 2** This experimental studied the comparative efficacy and cost of nine other acaricides, with various modes of action, fenpyroximate 5% SC (IRAC 21A), tebufenpyrad 36% EC (IRAC 21A), spiromesifen 24% SC (IRAC 23), abamectin 1.8% EC (IRAC 6), hexythiazox 1.8% EC (IRAC 10A), bifenazate 48% SC (IRAC 20D), cyflumetofen 20% SC (IRAC 25A), propargite 30% WP (IRAC 12C) and pyridaben 20% WP (IRAC 21A), for controlling Two-spotted spider mite on strawberry. The result shows that bifenazate 48% SC, cyflumetofen 20% SC, tebufenpyrad 36% EC and spiromesifen 24% SC showed long efficacy (21 days). Other acaricides showed shorter periods of efficacy: fenpyroximate 5% SC (14 days). Meanwhile, abamectin 1.8% EC, hexythiazox 1.8% EC, propargite 30% WP and pyridaben 20% WP showed percentage efficacy of acaricides lower than 70%. Among the acaricides with the longest efficacy, cyflumetofen 20% SC showed the lowest application cost at 228 baht per rai. Fenpyroximate 5% SC with an application cost of 96 baht per rai had the lower cost. However, its efficacy lasted only 14 days. **Experimental 3** The experiment was to evaluate four acaricides rotation patterns which efficacious acaricides on strawberry fields. The results revealed that all the rotation spraying patterns (1, 2, 3 and 4) can control two-spotted spider mites on strawberry lower than farmers rotation spraying patterns. The spraying cost for acaricides rotation pattern 4 showed cost at 420 baht per rai (5 time spraying application) lower than farmers rotation spraying patterns has cost at 502.8 baht per rai (8 times spraying application).

Keywords: acaricides mode of action, acaricides resistance, strawberry pests

บทคัดย่อ

ไรสองจุด *Tetranychus urticae* Koch เป็นไรศัตรูสำคัญของสตรอว์เบอร์รีในประเทศไทย ไรชนิดนี้มีวงจรชีวิตสั้น สามารถเกิดการระบาดได้อย่างรวดเร็ว เกษตรกรนิยมใช้สารกำจัดไรเพื่อควบคุมไรสองจุด แต่การใช้สารกำจัดไรอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดปัญหาสารกำจัดไรมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดลดลง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้านทานและการจัดการสารกำจัดไรในไรสองจุด บนสตรอว์เบอร์รี โดย**ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาความต้านทานต่อสารกำจัดไร pyridaben, propargite, fenpyroximate, tebufenpyrad, spiromesifen และ abamectin ใน ไรสองจุดบนสตรอว์เบอร์รี ผลการทดลองพบว่า ประชากรไรสองจุดในพื้นที่จังหวัดน่าน เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ เลย และเชียงราย มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรแตกต่างกัน โดยประชากรไรจาก

อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MR) มีค่าความต้านทานสูงมากต่อสารกำจัดไร pyridaben (RF = 74.48 เท่า) และ propargite (RF = 81.71 เท่า) ส่วนไรสองจุดจากตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-ST1) มีค่าความต้านทานสูง ต่อสารกำจัดไร spiromesifen (RF = 56.36 เท่า) ดังนั้นเพื่อให้การควบคุมประชากรไรสองจุดบนสตรอว์เบอร์รีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยชะลอการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไร จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้สารที่ไรมีความต้านทานสูงในพื้นที่ดังกล่าว **ขั้นตอนที่ 2** ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดไร fenpyroximate 5% SC (IRAC 21A), tebufenpyrad 36% EC (IRAC 21A), spiromesifen 24% SC (IRAC 23), abamectin 1.8% EC (IRAC 6), hexythiazox 1.8% EC (IRAC 10A), bifenazate 48% SC (IRAC 20D), cyflumetofen 20% SC (IRAC 25A), propargite 30% WP (IRAC 12C) และ pyridaben 20% WP (IRAC 21A) ในการป้องกันกำจัดไรสองจุด ในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ผลการทดลองพบว่า สารกำจัดไร bifenazate, cyflumetofen, tebufenpyrad และ spiromesifen มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รี ยาวนาน 21 วัน สารกำจัดไร fenpyroximate มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รี ยาวนาน 14 วัน ขณะที่สารกำจัดไร abamectin, hexythiazox, propargite และ pyridaben มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการใช้สารกำจัดไร ที่สามารถป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีได้ยาวนาน 21 วัน สารกำจัดไร cyflumetofen มีต้นทุนถูกที่สุดเท่ากับ 228 บาทต่อไร่ ในขณะที่สารกำจัดไร fenpyroximate มีต้นทุนการใช้สารอยู่ที่ 96 บาทต่อไร่ แต่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพียง 14 วัน **ขั้นตอนที่ 3** ศึกษารูปแบบการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ในแปลงปลูกสตรอว์เบอร์รี พบว่า รูปแบบการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ (รูปแบบที่ 1, 2, 3 และ 4) สามารถควบคุมจำนวนประชากรไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีให้อยู่ในระดับต่ำได้ดีกว่า รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการใช้สารกำจัดไรในแต่ละรูปแบบการหมุนเวียนฯ พบว่า รูปแบบการหมุนเวียนฯ รูปแบบที่ 4 มีต้นทุนการใช้สารอยู่ที่ 420 บาท (ทำการฉีดพ่นจำนวน 5 ครั้ง) ถูกกว่ารูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกรที่มีต้นทุนอยู่ที่ 502.8 บาท (ทำการฉีดพ่นสารจำนวน 8 ครั้ง)

คำหลัก: กลไกการออกฤทธิ์ของสารกำจัดแมลง ความต้านทานสารกำจัดไร ศัตรูสตรอว์เบอร์รี

คำนำ

สตรอว์เบอร์รีเป็นไม้ผลที่นิยมปลูกทั่วโลก สำหรับประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกสตรอว์เบอร์รีมากทางภาคเหนือ โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และบางจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พรรณนีย์, 2556) พื้นที่การปลูกสตรอว์เบอร์รีของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เนื่องจากมีการขยายตัวของตลาดที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

มีพื้นที่การผลิตสตรอว์เบอร์รีประมาณ 3,174 ไร่ ถือว่าเป็นพื้นที่ผลิตสตรอว์เบอร์รีที่มากที่สุดของไทย (สัญชัยและคณะ, 2558)

ไรสองจุด *Tetranychus urticae* Koch เป็นไรศัตรูสำคัญของสตรอว์เบอร์รี (มานิตาและคณะ, 2554) พบระบาดอย่างรุนแรงในแปลงปลูกสตรอว์เบอร์รีบนดอยและที่ราบทางภาคเหนือ ที่มีอากาศค่อนข้างหนาวเย็น โดยเฉพาะในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์ของไรสองจุดบนสตรอว์เบอร์รีตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของไรสองจุด *T. urticae* ดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่บริเวณใต้ใบสตรอว์เบอร์รี ทำให้ผิวใบบริเวณที่ไรสองจุด *T. urticae* ทำลายมีลักษณะกร้านใต้ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง ผิวใบด้านบนเห็นเป็นจุดด่างขาวเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป เมื่อการทำลายรุนแรงขึ้น จุดด่างขาวเล็ก ๆ จะค่อย ๆ แผ่ขยายเป็นบริเวณกว้าง จนทำให้ทั่วทั้งใบแห้งเป็นสีน้ำตาล ส่งผลให้สตรอว์เบอร์รีหยุดชะงักการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง เมื่อประชากรของไรหนาแน่นมากจะสร้างใยสานโยงไปมาระหว่างใบและยอด เพื่อรอจังหวะให้ลมพัดพาตัวไรสองจุด ที่เกาะอยู่ตามเส้นใยลอยไปตกยังใบสตรอว์เบอร์รีต้นอื่น ๆ ต่อไป

การป้องกันกำจัดไรสองจุด *T. urticae* ในสตรอว์เบอร์รี เกษตรกรมีการใช้สารกำจัดไรเพราะเป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว แต่ถ้าใช้อย่างต่อเนื่องและไม่ถูกต้องจะส่งผลให้เกิดปัญหาสารกำจัดไรที่แนะนำมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดน้อยลง และไรศัตรูพืชเกิดความต้านทานต่อสารกำจัดไร (ณพชรกรและอัจฉราภรณ์, 2562) วัฒนาและคณะ (2544) และกลุ่มกีฏและสัตววิทยา (2553) ได้แนะนำสารกำจัดไรที่ใช้ในการกำจัดไรสองจุด *T. urticae* ได้แก่ โพรพาร์ไกต์ (propargite) 30% WP อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร, อะบาเมกติน (abamectin) 1.8% EC อัตรา 20 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร, เฟนไพรอกซิเมต (fenpyroximate) 5% SC อัตรา 20 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่ง Ramasubramanian *et al*. (2005) รายงานว่าไรสองจุด *T. urticae* ต้านทานต่อสารกำจัดไรดังกล่าวแล้ว แนวทางในการแก้ไขปัญหาความต้านทานสารกำจัดไรต่อไรศัตรูพืชคือการบริหารความต้านทานต่อสารกำจัดไร โดยใช้หลักการหมุนเวียนการใช้สารที่อยู่ต่างกลุ่มกันในแต่ละรุ่น ซึ่งเป็นวิธีที่ทั่วโลกยอมรับว่าสามารถแก้หรือชะลอปัญหาความต้านทานได้ดีที่สุด และมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ การสำรวจระดับความต้านทานต่อสารกำจัดไรเป็นเครื่องมือในการวัดระดับความต้านทานและมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะเป็นตัวชี้วัดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความต้านทานต่อสารกำจัดไร ทำให้สามารถประเมินกลยุทธ์การบริหารจัดการความต้านทานแบบต่าง ๆ ได้ และสามารถแก้ไขปรับปรุงกลยุทธ์การบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (สุภราดา, 2555)

ดังนั้นการศึกษาความต้านทานและการจัดการสารกำจัดไร ต่อไรสองจุด *T. urticae* ในสตรอว์เบอร์รีจะทำให้ทราบสถานการณ์ความต้านทานของไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีในประเทศไทยและสามารถวางแผนจัดการความต้านทานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินงาน

อุปกรณ์

1. ไรสองจุด *T. urticae* จากแปลงปลูกสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร และไรสองจุดสายพันธุ์อ่อนแอ
2. สารกำจัดไรที่ใช้ทำการทดลอง pyridaben 20% WP, propargite 30% WP, fenpyriximate 5% SC, tebufenpyrad 36% EC, spiromesifen 24% SC และ abamectin 1.8% EC
3. เครื่องชั่งสาร กระบอกตวง บีกเกอร์ พู่กัน คีมคีบ น้ำกลั่น
4. ถาดพลาสติกเลี้ยงไรขนาด 25×35 ซ.ม.
5. ชั้นเลี้ยงไรติดตั้งไฟฟลูออเรสเซนต์ ความเข้มแสง 40 lux
6. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
7. แว่นขยาย กำลังขยาย 10 เท่า

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 ความต้านทานต่อสารกำจัดไรของไรสองจุด *T. urticae* ในสตรอว์เบอร์รี

เก็บรวบรวมตัวอย่างไรสองจุด *T. urticae* Koch ที่เข้าทำลายสตรอว์เบอร์รี จากแหล่งปลูกในจังหวัดน่าน เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ เลย และเชียงราย ดังแสดงใน Table 1 นำตัวอย่างที่รวบรวมได้มาเลี้ยงเพิ่มปริมาณบนใบถั่วเขียว (*Vigna radiata*) ที่วางบนสำลีชุ่มน้ำในถาดพลาสติก ขนาด 25×35 ซม. ในห้องปฏิบัติการ (26±2°C, 65±2% RH และ 16L : 8D) เพาะเลี้ยงจนได้ประชากรรุ่นที่ 2 จึงนำมาใช้ในการศึกษาระดับความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่อไป

แยกทำการทดสอบความต้านทานต่อสารกำจัดไรแต่ละชนิดในไรสองจุดแต่ละประชากร โดยดัดแปลงจากวิธีการทดลองของ IRAC หมายเลข 004 (IRAC, 2009) โดยเตรียมสารละลายสารกำจัดไรทางการค้าชนิดต่าง ๆ ดังนี้ pyridaben 20% WP (กลุ่มสาร 21A), propargite 30% WP (กลุ่มสาร 12C), fenpyroximate 5% SC (กลุ่มสาร 21A), tebufenpyrad 36% EC (กลุ่มสาร 21A), spiromesifen 24% SC (กลุ่มสาร 23) และ abamectin 1.8% EC (กลุ่มสาร 6) ด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ จำนวน 5 ความเข้มข้น ที่ทำให้ไรตายในช่วง 10-90 เปอร์เซ็นต์ สารกำจัดไรแต่ละความเข้มข้นผสมสารจับใบ 250 ppm และชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นผสมสารจับใบ 250 ppm ทำการทดสอบด้วยวิธีจุ่มใบถั่วเขียว ที่ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1.25x1.25 ตารางนิ้ว ในสารละลายสารกำจัดไร แต่ละความเข้มข้นเป็นเวลา 5 วินาที วางใบถั่วเขียวผึ่งบนกระดาษซับ โดยให้ด้านหน้าใบสัมผัสกับกระดาษซับรอให้แห้ง หลังจากนั้นจึงวางใบถั่วบนสำลีชุ่มน้ำในกล่องที่แบ่งเป็นช่องขนาด 5.1×5.5×2 ซม. ใส่น้ำให้สำลีเปียกอยู่เสมอเพื่อป้องกันไรสองจุดหนีออกจากใบถั่ว ใช้พู่กันเขี่ยไรสองจุดตัวเต็มวัยเพศเมียที่มีขนาดใกล้เคียงกันอายุ 3-5 วัน ลงบนใบถั่ว 20 ตัวต่อซ้ำ ทำการทดลองอย่างน้อยความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ วางกล่องใส่ไรสองจุดไว้บนชั้นเลี้ยงไรในห้องปฏิบัติการ ตรวจนับจำนวนไรสองจุดที่ตายหลังการทดลอง 72 ชั่วโมง ถ้าในกรรมวิธีควบคุม มีการตายเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ จะทำการทดลองใหม่

คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของไรสองจุดในแต่ละกรรมวิธี หากพบการตายในกรรมวิธีควบคุม จะทำการคำนวณปรับเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง (corrected mortality) ด้วย Abbott's formula (Abbott, 1925) และคำนวณค่า LC_{50}, LC_{90}, Slopes และค่า 95% confidence intervals (95%CI) โดยวิธี Probit analysis (Finney, 1971) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เนื่องจากไม่มีไรสองจุดสายพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ ดังนั้นจึงคำนวณหาค่าความต้านทานของไร (Resistance factor, RF) ในแต่ละสารทดสอบตามวิธีของ Al-Antary *et al*. (2012) และ Fukami (1983)

$$RF = \frac{LC_{50} \text{ ของประชากรไรสองจุดที่ต้องการศึกษา}}{LC_{50} \text{ ของประชากรไรสองจุดที่มีค่า } LC_{50} \text{ ต่ำสุด}}$$

และนำค่า Resistance factor, RF มาจัดกลุ่มประชากรตามระดับความต้านทาน (Resistance Categories)

ดังนี้
- RF <10 คือ ระดับต้านทานต่ำ (Low Resistance, LR),
- RF 11-40 คือ ระดับต้านทานปานกลาง (Moderate Resistance, MR),
- RF 41-60 คือ ระดับต้านทานสูง (High Resistance, HR)
- RF>60 คือ ระดับต้านทานสูงมาก (Very High Resistance, VHR)

ทำการเปรียบเทียบค่า LC_{90} ของไรสองจุดแต่ละประชากรกับค่าความเข้มข้นของสารตามอัตราที่แนะนำ (LC_{90}/recommended field rate; ppm) ตามวิธีของ Morse and Brawner (1986) เพื่อใช้ประเมินความต้านทานต่อสารกำจัดไรในไรสองจุดประชากรต่าง ๆ (อัตราแนะนำของสารกำจัดไร pyridaben = 150 ppm, propargite = 450 ppm, fenpyroximate = 50 ppm, tebufenpyrad = 54 ppm, spiromesifen = 96 ppm และ abamectin = 18 ppm)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของไรสองจุด *T. urticae*

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จังหวัดกรุงเทพฯ และแปลงปลูกสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกรที่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดเพชรบูรณ์ และจังหวัดเลย

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร จังหวัดเชียงใหม่

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ จำนวน 10 กรรมวิธี พ่นสารกำจัดไรตามกรรมวิธีต่าง ๆ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 fenpyroximate 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (21A)

กรรมวิธีที่ 2 tebufenpyrad 36% EC	อัตรา 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (21A)
กรรมวิธีที่ 3 spiromesifen 24% SC	อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (23)
กรรมวิธีที่ 4 abamectin 1.8% EC	อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (6)
กรรมวิธีที่ 5 hexythiazox 1.8% EC	อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (10A)
กรรมวิธีที่ 6 bifenazate 48% SC	อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (20D)
กรรมวิธีที่ 7 cyflumetofen 20% SC	อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (25A)
กรรมวิธีที่ 8 propargite 30% WP	อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (12C)
กรรมวิธีที่ 9 pyridaben 20% WP	อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (21A)
กรรมวิธีที่ 10 ไม่พ่นสารกำจัดไร	

ดำเนินการทดลองในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ซึ่งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 1×5 เมตร จำนวน 30 แปลงย่อย เริ่มพ่นสารทดลองตามกรรมวิธีต่างๆ เมื่อพบการระบาดของไรสองจุด *T. urticae* พ่นสารทดลอง 1 ครั้ง โดยใช้น้ำ อัตรา 120 ลิตร/ไร่

ตรวจนับจำนวนไรสองจุดจากใบสตรอว์เบอร์รี 10 ใบแปลงย่อย โดยตรวจนับจำนวนไรเฉพาะที่เคลื่อนไหว ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ตรวจนับก่อนพ่นสาร 1 วัน และหลังพ่นสาร 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน พ่นสารอย่างน้อย 1-2 ครั้ง หรือตามความเหมาะสม บันทึกข้อมูลศัตรูธรรมชาติ บันทึกอาการเป็นพิษที่มีต่อต้นสตรอว์เบอร์รีจากการพ่นสารทดลอง และเปรียบเทียบต้นทุนการใช้สาร

นำข้อมูลจำนวนไรมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ ถ้าจำนวนไรก่อนพ่นสารในกรรมวิธีต่าง ๆ ไม่แตกต่างทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารโดยวิธี Analysis of Variance ถ้าจำนวนไรก่อนพ่นสารในกรรมวิธีต่าง ๆ มีความแตกต่างทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารโดยวิธี Analysis of Covariance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในกรรมวิธีต่าง ๆ โดยวิธี DMRT

คำนวณหาประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด ตามสูตรของ Henderson and Tilton (1955) ดังนี้

$$\text{Percent control} = 1 - \left[\frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a}\right] \times 100$$

T_a = Number of mites in the treatment plot after spraying

T_b = Number of mites in the treatment plot before spraying

C_b = Number of mites in the check plot before spraying

C_a = Number of mites in the check plot after spraying

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

บันทึกจำนวนไรสองจุด *T. urticae* ที่เคลื่อนไหว

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จังหวัดกรุงเทพฯ และแปลงปลูกสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกรที่ จังหวัดเชียงใหม่ หรือจังหวัดเชียงราย (2 แปลงทดลอง หรือ 2 ฤดูกาล)

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษารูปแบบการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ในแปลงปลูกสตรอว์เบอร์รี

ศึกษารูปแบบการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ โดยนำสารกำจัดไรที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุด *T. urticae* (มีเปอร์เซ็นต์การป้องกันกำจัดมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปและไม่พบความเป็นพิษต่อพืช) ในขั้นตอนที่ 2 มาพ่นแบบหมุนเวียนอย่างน้อย 3 กลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร ตามกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 **สัปดาห์ที่ 1** พ่นสาร bifenazate 48%SD (20D) 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 4 พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 7 พ่นสาร tebufenpyrad 30% EC (21A) 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 **สัปดาห์ที่ 1** พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 4 พ่นสาร spiromesifen 24% SC (23) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 7 พ่นสาร hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 8 พ่นสาร hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 **สัปดาห์ที่ 1** พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 4 พ่นสาร spiromesifen 24% SC (23) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 7 พ่นสาร fenpyroximate 5% SC (21A) 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 **สัปดาห์ที่ 1** พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 4 พ่นสาร fenpyroximate 5% SC (21A) 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 6, 7 พ่นสาร hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 8 พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร
สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 พ่นสาร pyridaben 20 % WP (21A) 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 4, 5, 6 พ่นสาร propargite 30% WP (12C) 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
สัปดาห์ที่ 7, 8 พ่นสาร pyridaben 20 % WP (21A) 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 ไม่พ่นสารกำจัดไร (Untreated check)

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

ทำการทดลองในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ซึ่งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 1×5 เมตร เริ่มพ่นสารทดลองตามกรรมวิธีต่าง ๆ เมื่อพบการระบาดของไรสองจุด *T. urticae* โดยใช้น้ำอัตรา 120 ลิตร/ไร่

ตรวจนับจำนวนไรสองจุดจากใบสตรอว์เบอร์รี 10 ใบต่อแปลงย่อย โดยตรวจนับจำนวนไรเฉพาะที่เคลื่อนไหว ด้วยกล้องจุลทรรศน์ 10 เท่า ตรวจนับก่อนพ่นสาร 1 วัน และก่อนสารกำจัดไรทุกสัปดาห์ บันทึกข้อมูลศัตรูธรรมชาติ บันทึกอาการเป็นพิษที่มีต่อต้นสตรอว์เบอร์รีจากการพ่นสารทดลอง และเปรียบเทียบต้นทุนการใช้สาร

นำข้อมูลจำนวนไรมาวิเคราะห์ผลทางสถิติที่เหมาะสม

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

บันทึกจำนวนไรสองจุด *T. urticae* ที่เคลื่อนไหว

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จังหวัดกรุงเทพฯ และ แปลงปลูกสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกรที่ จังหวัดเชียงใหม่ หรือจังหวัดเชียงราย (2 แปลงทดลอง หรือ 2 ฤดูกาล)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ความต้านทานต่อสารกำจัดไรของไรสองจุด *T. urticae* ในสตรอว์เบอร์รี

ผลการศึกษาระดับความต้านทานสารกำจัดไรในไรสองจุดจากกลุ่มประชากรต่าง ๆ จากจังหวัดน่าน (NAN-AN) เชียงใหม่ (CMI-MR, CMI-ST1, CMI-ST2, CMI-BL1, CMI-BL2 และ CMI-KP) เพชรบูรณ์ (PNB-TS) เลย (LEI-NS) และเชียงราย (CRI-PP) (Table 1) พบว่าความต้านทานต่อสารกำจัดไรที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มประชากรของไรสองจุด

ความต้านทานต่อสารกำจัดไร pyridaben พบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดน่าน (NAN-AN) มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด จึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MR) มีระดับความต้านทานสูงมาก (VHR) โดยมีค่า RF = 74.48 เท่า มีค่า LC_{90}/recommended field rate = 6,202.35 เท่า รองลงมาคือ CMI-KP และ CMI-BL1 มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) มีค่า RF = 21.93 และ 11.40 เท่า ตามลำดับ และมีค่า LC_{90}/recommended field rate = 1,618.52 และ 78.14 เท่า ตามลำดับ (Table 2)

ความต้านทานต่อสารกำจัดไร propargite พบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเชียงใหม่ (CMI-KP) มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด จึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MR) มีระดับความต้านทานสูงมาก (VHR) โดยมีค่า RF = 81.71 เท่า และค่า LC_{90}/recommended field rate = 48.23 เท่า รองลงมาคือกลุ่มประชากรไรสองจุด LEI-NS, CMI-BL1, CMI-BL2, CRI-PP, PNB-TS และ NAN-AN มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) โดยมีค่า RF = 37.88, 19.81,14.99, 14.40, 13.65 และ 10.31 เท่า ตามลำดับ และมีค่า LC_{90}/recommended field rate = 64.24, 6.33, 4.36, 7.52, 8.34 และ 3.99 เท่า ตามลำดับ (Table 3)

ความต้านทานต่อสารกำจัดไร fenpyroximate พบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดน่าน (NAN-AN) มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด จึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเชียงใหม่ (CMI-ST2 และ CMI-BL1) มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) โดยมีค่า RF = 20.79 และ 14.66 เท่า ตามลำดับ และมีค่า LC_{90}/recommended field rate = 5,652.21 และ 3,070.69 เท่า ตามลำดับ (Table 4)

ความต้านทานต่อสารกำจัดไร tebufenpyrad พบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเพชรบูรณ์ (PNB-TS) มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด จึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุด CMI-BL1, NAN-AN และ CMI-BL2 มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) โดยมีค่า RF = 25.72, 18.18 และ 17.43 เท่า ตามลำดับ และมีค่า LC_{90}/recommended field rate = 8.43, 7.32 และ 6.62 เท่า ตามลำดับ (Table 5)

ความต้านต่อทานสารกำจัดไร spiromesifen พบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเชียงใหม่ (CMI-BL2) มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด จึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเชียงใหม่ (CMI-ST1) มีระดับความต้านทานสูง (HR) โดยมีค่า RF = 56.36 เท่า และค่า LC_{90}/recommended field rate = 8,829.60 เท่า รองลงมาคือกลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดน่าน (NAN-AN) มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) มีค่า RF = 35.35 เท่า และค่าLC_{90}/recommended field rate = 297.50 เท่า (Table 6)

ความต้านทานต่อสาร abamectin พบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MR) มีความต้านทานต่อสารกำจัดไรต่ำที่สุดจากกลุ่มประชากรทั้งหมด จึงนำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อจัดระดับความต้านทาน และพบว่ากลุ่มประชากรไรสองจุดจากจังหวัดเชียงใหม่ (CMI-ST1 และ CMI-KP) มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) โดยมีค่า RF = 16.02 และ 12.49 เท่า ตามลำดับ และมีค่าLC_{90}/recommended field rate = 439.71 และ 410.02 เท่า ตามลำดับ (Table 7)

การศึกษาระดับความต้านทานต่อสารกำจัดไร ในไรสองจุดจากพื้นที่ต่าง ๆ ทำให้ทราบว่าพื้นที่ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-MR) ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารกำจัดไร pyridaben (กลุ่มสาร 21A) และ propargite (กลุ่มสาร 12C) เนื่องจากประชากรไรสองจุดมีระดับความต้านทานสูงมาก (VHR) (RF = 74.48 และ 81.71 เท่า ตามลำดับ) ซึ่ง Sharma and Bhullar (2018) ศึกษาความต้านทานต่อสารกำจัดไร propargite ในไรสองจุดและพบว่า ไรสองจุดจากแหล่งประชากร Hoshiapur ประเทศอินเดีย มีค่าความต้านทานถึง 18.36 เท่า และ ประชากรไรสองจุดจากแหล่งประชากร Gandevi ต้านทานต่อสารกำจัดไร propargite 32.08 เท่า ในกรณีของอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี ควรเปลี่ยนมาใช้สาร ที่ไรสองจุดมีความต้านทานต่ำ และหมุนเวียนกลุ่มสาร เพื่อชะลอการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไร

สำหรับพื้นตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ (CMI-ST1) ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารกำจัดไร spiromesifen (กลุ่มสาร 23) เนื่องจากไรสองจุดมีระดับความต้านทานสูง (HR) (RF = 56.36 เท่า) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Patil *et al*. (2019) ที่ศึกษาความต้านทานสารกำจัดไร spiromesifen ในไรสองจุด *T. urticae* Koch จากประชากรทางตอนเหนือของรัฐกรณาฏกะ ประเทศอินเดีย พบว่า มีค่าความต้านทานปานกลาง เกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในพื้นที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ควรเปลี่ยนมาใช้สารกำจัดไรที่มีความต้านทานต่ำ และหมุนเวียนกลุ่มสาร เพื่อชะลอการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไร

ในขณะที่พื้นที่ ตำบลอ่ายนาไลย อำเภอเวียงสา (NAN-AN) จังหวัดน่าน ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง (CMI-ST2) ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง (CMI-BL1 และ CMI-BL2) ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง (CMI-KP) จังหวัดเชียงใหม่ ตำบลทุ่งสมอ อำเภอเขาค้อ (PNB-TS) จังหวัดเพชรบูรณ์ ตำบลนาซ่าว อำเภอเชียงคาน (LEI-NS) จังหวัดเลย และตำบลโป่งผา อำเภอแม่สาย (CRI-PP) จังหวัดเชียงราย อาจใช้สารกำจัดไรที่มีความต้านทานต่ำกว่า โดยในแต่ละฤดูปลูกไม่ควรพ่นสารแต่ละกลุ่มเกิน 3 ครั้ง และหยุดพักการใช้สารกลุ่มนั้นนาน 1 เดือน เพื่อชะลอการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไรในไรสองจุด

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร จังหวัดเชียงใหม่

ดำเนินการทดลอง 2 การทดลองที่แปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ตำบลแม่แรม และ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ (Figure 1) ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม 2563 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 10 กรรมวิธีได้แก่ fenpyroximate 5% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร tebufenpyrad 36% EC อัตรา 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร spiromesifen 24% SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร abamectin 1.8% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร hexythiazox 1.8% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร bifenazate 48% W/V SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร cyflumetofen 20% SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร propargite 30% WP อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร pyridaben 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร ผลการทดลองพบว่า การทดลองที่ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร pyridaben 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หลังการพ่นสาร 1, 5, 7, 10 และ 21 วัน มีค่าเฉลี่ยไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีเท่ากับ 26.43, 25.23, 25.07, 27.17 และ 30.97 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร ที่มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 30.87, 31.57, 32.40, 33.33 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ชี้ให้เห็นว่าสารกำจัดไร pyridaben 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รี ที่ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ (Table 8) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ณพชรกร และคณะ , 2563 ที่รายงานความต้านทานต่อสารกำจัดไรในไรสองจุด *T. urticae* บนสตรอว์เบอร์รีว่า ไรสองจุด CMI-MR ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารกำจัดไร pyridaben (กลุ่มสาร 21A) และ propargite (กลุ่มสาร

12C) เนื่องจากประชากรไรสองจุดมีระดับความต้านทานสูงมาก ในขณะที่ทั้ง 2 การทดลอง (ตำบลแม่แรม และ ตำบลโป่งแยง) ให้ผลสอดคล้องกันคือ สารกำจัดไร bifenazate 48% W/V SC, cyflumetofen 20% SC, tebufenpyrad 36% EC และ spiromesifen 24% SC มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รี ยาวนาน 21 วัน โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันกำจัดประมาณ 99, 95, 88 และ 87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารกำจัดไร fenpyroximate 5% SC มีประสิทธิภาพนการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รี ยาวนาน 14 วัน โดยมีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันกำจัดประมาณ 82 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สารกำจัดไร abamectin 1.8% EC, hexythiazox 1.8% EC, propargite 30% WP และ pyridaben 20% WP มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (Table 9 และ 11) เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการใช้สารกำจัดไร ที่สามารถป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีได้ยาวนาน 21 วัน สารกำจัดไร cyflumetofen 20% SC มีต้นทุนถูกที่สุดเท่ากับ 228 บาทต่อไร่ ในขณะที่สารกำจัดไร fenpyroximate 5% SC มีต้นทุนการใช้สารอยู่ที่ 96 บาทต่อไร่ แต่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพียง 14 วัน (Table 12)

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษารูปแบบการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ในแปลงปลูกสตรอว์เบอร์รี

ศึกษารูปแบบการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ตำบลแม่แรม และ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2564 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี เปรียบเทียบรูปแบบการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ได้แก่ **รูปแบบที่ 1** สัปดาห์ที่ 1 พ่นสาร bifenazate 48%SD (20D) 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 4 พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 7 พ่นสาร tebufenpyrad 30% EC (21A) 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร **รูปแบบที่ 2** สัปดาห์ที่ 1 พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรสัปดาห์ที่ 4 พ่นสาร spiromesifen 24% SC (23) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 7 พ่นสาร hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 8 พ่นสาร hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร **รูปแบบที่ 3** สัปดาห์ที่ 1 พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 4 พ่นสาร spiromesifen 24% SC (23) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 7 พ่นสาร fenpyroximate 5% SC (21A) 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ **รูปแบบที่ 4** สัปดาห์ที่ 1 พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 4 พ่นสาร fenpyroximate 5% SC (21A) 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรสัปดาห์ที่ 6, 7 พ่นสาร hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 8 พ่นสาร cyflumethofen 20% SC (25A) 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร กับ**รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร** คือ สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 พ่นสาร pyridaben 20% WP (21A) 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 4, 5, 6 พ่นสาร propargite 30% WP (12C) 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

สัปดาห์ที่ 7, 8 พ่นสาร pyridaben 20 % WP (21A) 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการใช้สารกำจัดไรทุกรูปแบบฯ กับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร (untreated check) ผลการทดลองพบว่า ทั้งสองพื้นที่ทดลอง (ตำบลแม่แรม และ ตำบลโป่งแยง) ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องทั้งสองพื้นที่ คือ ก่อนการพ่นสารพบจำนวนไรสองจุดมีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังพ่นสารกำจัดไรสัปดาห์ที่ 1-8 รูปแบบการใช้สารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ รูปแบบ 1 , 2, 3 และ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) กับ รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร และทุกรูปแบบการพ่นสารฯ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร (untreated check)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบแต่ละรอบที่มีการพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ **หลังการพ่นสารสัปดาห์ที่ 1** ที่ **ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม** พบว่า bifenazate 48%SD (20D) อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ cyflumethofen 20% SC (25A) อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถลดจำนวนประชากรของไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีให้อยู่ในระดับต่ำได้ดี และยาวนาน โดย **รูปแบบที่ 1** พ่นสาร bifenazate 48%SD (20D) มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 0.70 ตัวต่อใบ **รูปแบบที่ 2, 3 และ 4 พ่นสาร** cyflumethofen 20 % SC (25A) มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 1.13, 1.25 และ 1.08 ตัวต่อใบ ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) กับ รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ที่มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 23.33 ตัวต่อใบ ที่ **ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม** พบว่า **รูปแบบที่ 1** พ่นสาร bifenazate 48% SD (20D) มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 0.53 ตัวต่อใบ **รูปแบบที่ 2, 3 และ 4 พ่นสาร** cyflumethofen 20% SC (25A) มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 1.05, 0.93 และ 1.00 ตัวต่อใบ ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) กับ รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ที่มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 21.23 ตัวต่อใบ (Table 13 และ 14) สอดคล้องกับ ณพชรกร (2564) ได้รายงานประสิทธิภาพของ bifenazate 48% W/V SC อยู่ในกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่ 20 D ที่ไปยับยั้งขบวนการส่งผ่านอิเลกตรอนที่คอมเพล็กซ์ 3 ในไมโตคอนเดรีย (Mitochondrial complex III electron transport inhibitors) และ cyflumetofen 20% SC (25A) โดยสารในกลุ่ม 25 นั้นยับยั้งขบวนการส่งผ่านอิเลกตรอนที่คอมเพล็กซ์ 2 ในไมโตคอนเดรีย (Mitochondrial complex II electron transport inhibitors) (ณพชรกรและพิเชฐ, 2561) ว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีได้ 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการป้องกันยาวนานถึง 21 วัน จึงเหมาะที่จะเลือกนำมาใช้พ่น เป็นสารกำจัดรอบแรกในแต่ละรูปแบบ

หลังการพ่นสารสัปดาห์ที่ 4 ที่ **ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม** พบว่า การพ่นในแต่ละรูปแบบนั้น (รูปแบบที่ 1 cyflumetofen 20% SC (25A), รูปแบบที่ 2 และ 3 spiromesifen 24% SC (23) และ รูปแบบที่ 4 fenpyroximate 5% SC (21A)) ยังคงสามารถควบคุมจำนวนประชากรของไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีให้อยู่ในระดับต่ำได้ดีเช่นกัน โดยมีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 0.43, 0.70, 0.85 และ 1.03 ตัวต่อใบตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) กับ รูปแบบการใช้

สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ที่มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 24.50 ตัวต่อใบ ที่ **ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม** พบว่า การพ่นในแต่ละรูปแบบนั้น (รูปแบบที่ 1 cyflumetofen 20% SC (25A), รูปแบบที่ 2 และ 3 spiromesifen 24% SC (23) และ รูปแบบที่ 4 fenpyroximate 5% SC (21A)) ยังคงสามารถควบคุมจำนวนประชากรของไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีให้อยู่ในระดับต่ำได้ดีเช่นกัน โดยมีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 0.38, 0.55, 0.53 และ 1.05 ตัวต่อใบตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) กับ รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ที่มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 25.83 ตัวต่อใบ (Table 13 และ 14) เนื่องจากจำนวนประชากรของไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีหลังการพ่นสารในแต่และรูปแบบรอบแรกนั้น มีจำนวนลดลงอย่างมาก จึงส่งผลให้สามารถควบคุมจำนวนประชากรของไรสองจุดในตรอว์เบอร์รีได้อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสาร spiromesifen 24% SC (23) และ fenpyroximate 5% SC (21A) ณพชรกร (2564) ได้รายงานว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีได้ 87 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการป้องกันยาวนานถึง 21 และ 14 วัน ตามลำดับ และการเลือกใช้สารกำจัดไรสลับหมุนเวียนกลุ่มสารกันนั้น เป็นการชะลอการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดไรด้วยเช่นกัน (ณพชรกร, 2563)

หลังการพ่นสารสัปดาห์ที่ 7 ที่ **ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม** พบว่า การพ่นในแต่ละรูปแบบนั้น (รูปแบบที่ 1 tebufenpyrad 30% EC (21A), รูปแบบที่ 2 hexythiazox 1.8% EC (10), รูปแบบที่ 3 fenpyroximate 5% SC (21A) และ รูปแบบที่ 4 hexythiazox 1.8% EC (10)) สามารถควบคุมจำนวนประชากรของไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีให้อยู่ในระดับต่ำได้ดี โดยมีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 0.23, 0.33, 0.35 และ 0.38 ตัวต่อใบตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) กับ รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ที่มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 26.00 ตัวต่อใบ **ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม** พบว่า การพ่นในแต่ละรูปแบบนั้น (รูปแบบที่ 1 tebufenpyrad 30% EC (21A), รูปแบบที่ 2 hexythiazox 1.8% EC (10), รูปแบบที่ 3 fenpyroximate 5% SC (21A) และ รูปแบบที่ 4 hexythiazox 1.8% EC (10)) สามารถควบคุมจำนวนประชากรของไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีให้อยู่ในระดับต่ำได้ดี โดยมีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 0.20, 0.48, 0.45 และ 0.40 ตัวต่อใบตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) กับ รูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร ที่มีจำนวนไรสองจุดเฉลี่ย 31.63 ตัวต่อใบ (Table 13 และ 14) สารกำจัดไร hexythiazox 1.8% EC (10) มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (ณพชรกร, 2563) แต่เมื่อมีการเลือกนำเอาสารกำจัดไรที่มีประสิทธิ์ภาพปานกลาง ที่อยู่ต่างกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ มาสลับใช้ต่อจากสารกำจัดไรที่มีประสิทธิภาพสูงไปแล้ว ก็ยังคงสามารถควบคุมระดับประชากรของไรสองจุดให้อยู่ในระดับต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับงานทดลองของ ศรีจำนรรจ์และคณะ (2562) ที่ศึกษารูปแบบการใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟเมล่อนในกล้วยไม้สกุลหวาย ได้รายงานว่าสารกำจัดแมลง cyantraniliprole เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการมี

เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟเพียง 10-50 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อมีการนำมาใช้ในรูปแบบหมุนเวียนสารต่อจากสารกำจัดแมลง spinetoram ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดเพลี้ยไฟได้ถึง 80-92 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้สาร cyantraniliprole สามารถควบคุมประชากรเพลี้ยไฟในกล้วยไม้ให้อยู่ในระดับต่ำอย่างต่อเนื่อง สำหรับรูปแบบการใช้สารกำจัดไรในแปลงสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกร หลังการพ่นสารในสัปดาห์ที่ 1, 4 และ 7 นั้น พบว่ามีการพ่นสาร (พ่นสาร pyridaben 20% WP (21A) 3 ครั้ง สลับกับพ่นสาร propargite 30%WP 3 ครั้ง) (Table 13 และ 14) ยังคงไม่สามารถลดจำนวนประชากรของไรสองจุดให้ลงได้มาก เนื่องจากสารที่นำมาใช้ในการป้องกันนั้นมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (ณพชรกร, 2563) และยังพบว่าในพื้นที่อำเภอแม่ริมมีการรายงานความต้านทานต่อสารกำจัดไร ไร pyridaben (กลุ่มสาร 21A) และ propargite (กลุ่มสาร 12C) ในระดับระดับความต้านทานสูงมาก (ณพชรกร, 2562) ดังนั้นการเลือกสารกำจัดไรที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้ในการหมุนเวียนก่อน แล้วสามารถเลือกใช้สารกำจัดไรที่มีประสิทธิภาพปานกลาง ที่อยู่คนละกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ก็ยังคงสามารถควบคุมระดับประชากรของไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาต้นทุนการพ่นสารกำจัดไรสองจุดในสตรอว์เบอร์รีแบบหมุนเวียนฯ พบว่ารูปแบบการพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ รูปแบบที่ 4 มีต้นทุนการฉีดพ่นสารต่อรูปแบบถูกที่สุดอยู่ที่ 440 บาทต่อไร่ต่อรูปแบบ (ทำการพ่นสาร 5 ครั้ง) ถูกกว่าการพ่นสารของเกษตรกรที่มีต้นทุนการพ่นสารอยู่ที่ 502.8 บาทต่อไร่ต่อรูปแบบ (ทำการพ่นสาร 8 ครั้ง) ขณะที่รูปแบบการพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ รูปแบบที่ 1, 2 และ 3 มีต้นทุนสูงกว่าอยู่ที่ 1334, 660 และ 660 ต่อไร่ต่อรูปแบบ (ทำการพ่นสาร 3, 4 และ 3 ครั้ง) ตามลำดับ (Table 15) ทั้งนี้ควรพิจารณาควบคู่ไปกับต้นทุนของค่าฉีดพ่นสารกำจัดไรและค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์ในการฉีดพ่น เพื่อที่จะทำได้ต้นทุนของการพ่นสารกำจัดไรแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่แท้จริง

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 303 หน้า.

ณพชรกร ธไภษัชย์ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง อทิติยา แก้วประดิษฐ์ วิมลวรรณ โชติวงศ์ และวีรชัย สมศรี. 2564. ความต้านทานและการจัดการสารกำจัดไร ในไรสองจุด *Tetranychus urticae* Koch ในสตรอเบอรี่. หน้า 25-40. *ใน*: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2563 เล่มที่ 1. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ณพชรกร ธไภษัชย์ และพิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์. 2561. การแบ่งกลุ่มสารป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชตามลักษณะกลไกการออกฤทธิ์. ว. กีฏ. สัตว. 36(1-2): 57-61.

ณพชรกร ธไภษัชย์ และอัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล. 2562. การป้องกันกำจัดไรศัตรูพืช. หน้า 170-207. *ใน*: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่

4, ณ ห้องประชุมอารียันต์ ตึกจักทอง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. วันที่ 8-10 มกราคม 2562.

ณพชรกร ธไภษัชย์ อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล พลอยชมพู กรวิภาสเรือง อทิติยา แก้วประดิษฐ์ และวิมลวรรณ โชติวงศ์. 2563. ความต้านทานต่อสารกำจัดไรในไรสองจุดบนสตรอว์เบอร์รี ในประเทศไทย. ว. กีฏ. สัตว. 38(1-2): 2-11.

พรรณนีย์ วิชชาชู. 2556. สตรอว์เบอร์รีปลอดภัย. น.ส.พ. กสิกร. 86(2). มีนาคม-เมษายน 2556. น. 44-51.

มานิตา คงชื่นสิน พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2554. ไรศัตรูพืชเศรษฐกิจ, น. 49-50. *ใน* ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 15, 25-29 กรกฎาคม 2554. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

วัฒนา จารณศรี มานิตา คงชื่นสิน เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และพิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์. 2544. ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 192 หน้า.

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และสมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2562. รูปแบบการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟเมล่อน (*Thrips palmi* Karny) ในกล้วยไม้สกุลหวาย. หน้า 94-107. *ใน*: การประชุมอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 14 เกษตรแม่นยำ ก้าวนำเกษตรกรไทย, ณ โรงแรม ดุสิตธานี หัวหิน เพชรบุรี. วันที่ 12-14 พฤศจิกายน 2562.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง. 2555. ความรู้พื้นฐานความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง และการบริหารจัดการ. การอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร การตรวจสอบและการจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ครั้งที่ 1 29-30 พฤษภาคม 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 90 หน้า.

สัญชัย ปัญจะเรือง บำเพ็ญ เขียวหวาน และสินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม. 2558. การผลิตสตรอว์เบอร์รีโดยการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่.

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.

Al-Antary, T.M., M.R.K. Al-LALA and M.I. Abdel-Wali. 2012. Response of seven populations of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) for chlorfenapyr acaricide on cucumber in Jordan. Adv. Environ. Biol. 6(7): 2208-2212.

Finney, D.J. 1971. Probit Analysis. Cambridge University Press, London. 333 p.

Fukami, J., Y. Uesugi and K. Ishizuka. 1983. Pest resistance to pesticides. Soft Science Inc., Tokyo, Japan.

Henderson, C.F. and E.W. Tilton. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. J. Econ. Entomol. 48(2) 157-161.

IRAC. 2009. Susceptibility test methods series method No: 004. (Online). Available: https://irac-online.org/content/uploads/2009/09/Method_004_v3_june09.pdf (October 18, 2018).

Morse, J.G. and O.L. Brawner. 1986. Toxicity of pesticides to *Scirtothrips citri* (Thysanoptera: Thripidae) and implications to resistance management. J. Econ. Entomol. 79: 565-570.

Patil, C.M., S.S. Udikeri and S.S. Karabhantanal. 2019. Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* Koch populations of grapevine orchard in Northern Karnataka, India. J. Agri. Horti. Res. 2(1): 1-4.

Ramasubramanian, T., K. Ramaraju and A. Regupathy. 2005. Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)-global scenario. Journal of Entomology. 2(1): 33-39.

Sharma, R.K. and M.B. Bhullar. 2018. Status of acaricide resistance in field collected two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch from vegetable growing areas of Punjab, India. J. Entomol. Zool. Stud. 6(1): 328-332.

Table 1 Population and collected locations of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, on strawberry in Thailand.

No.	Population	Location	Province	GPS
1	NAN-AN	Ai Nalai, Wiang Sa District	Nan	N 18.537414, E 100.667619
2	CMI-MR	Mae Raem, Mae Rim District	Chiang Mai	N 18.936497, E 98.815307
3	CMI-ST1	Samoeng Tai, Samoeng District	Chiang Mai	N 18.862169, E 98.704434
4	CMI-ST2	Samoeng Tai, Samoeng District	Chiang Mai	N 18.854997, E 98.752465
5	CMI-BL1	Ban Luang, Chom Thong District	Chiang Mai	N 18.545733, E 98.518091
6	CMI-BL2	Ban Luang, Chom Thong District	Chiang Mai	N 18.543997, E 98.517866
7	CMI-KP	Khuang Pao, Chom Thong District	Chiang Mai	N 18.440788, E 98.678559
8	PNB-TS	Thung Samo, Khao Kho District	Phetchabun	N 16.689481, E 100.991876
9	LEI-NS	Na Sao, Chiang Khan District	Loei	N 17.804685, E 101.674583
10	CRI-PP	Pong Pha, Mae Sai District	Chiang Rai	N 20.373800, E 99.882259

Table 2 Toxicity of pyridaben 20% WP against *Tetranychus urticae* Koch collected from various strawberry fields in Thailand in 2019.

Population	LC_{50} (ppm) (95%CI)		LC_{90} (ppm) (95%CI)		Slope (±SE)	RF[1/]	LC_{90}/Recommended field rate[2/]	Resistance categories[3/]
NAN-AN	39.12	(14.01-109.27)	1,384.93	(495.88-3,867.92)	0.83 (±0.23)	1.00	9.23	LR
CMI-MR	2,913.56	(531.57-15969.53)	930,352.20	(169,738.27-5,099,352.11)	0.51 (±0.37)	74.48	6,202.35	VHR
CMI-ST1	206.18	(52.19-814.47)	33,072.46	(8,372.10-13,046.69)	0.59 (±0.30)	5.27	220.48	LR
CMI-ST2	280.02	(107.25-731.12)	8,644.58	(3,310.88-22,570.65)	0.87 (±0.21)	7.16	57.63	LR
CMI-BL1	445.85	(180.02-1104.22)	11,721.59	(4,732.88-29,030.03)	0.93 (±0.20)	11.40	78.14	MR
CMI-BL2	288.64	(91.20-913.53)	18,667.76	(5,898.23-59,083.06)	0.71 (±0.26)	7.38	124.45	LR
CMI-KP	857.79	(176.38-4171.69)	242,777.60	(49,920.09-1,180,706.38)	0.53 (±0.35)	21.93	1,618.52	MR
PNB-TS	325.56	(161.03-658.22)	3,637.88	(1,799.34-7,355.00)	1.22 (±0.16)	8.32	24.25	LR
LEI-NS	79.21	(35.54-176.58)	1,331.48	(597.29-2,968.12)	1.05 (±0.18)	2.02	8.88	LR
CRI-PP	270.74	(90.27-812.04)	14,285.07	(4,762.74-42,845.78)	0.75 (±0.24)	6.92	95.23	LR

[1/]RF= Resistance Factor = LC_{50} value of each population/ LC_{50} value of population with the lowest value

[2/]LC_{90} / Recommended field rate of pyridaben 20% WP (150 ppm)

[3/]Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistance

Table 3 Toxicity of propargite 30% WP against *Tetranychus urticae* Koch collected from various strawberry fields in Thailand in 2019.

Population	LC_{50} (ppm) (95%CI)		LC_{90} (ppm) (95%CI)		Slope (±SE)	RF[1/]	LC_{90}/Recommended field rate[2/]	Resistance categories[3/]
NAN-AN	255.31	(144.5.-451.01)	1,793.69	(1,015.39-3,168.56)	1.55 (±0.13)	10.31	3.99	MR
CMI-MR	2,023.91	(957.01-4,280.22)	21,705.33	(10,263.42-45,902.95)	1.24 (±0.17)	81.71	48.23	VHR
CMI-ST1	405.49	(270.15-608.64)	1,461.63	(973.78-2,193.89)	2.31 (±0.09)	16.37	3.25	MR
CMI-ST2	228.77	(128.66-406.77)	1,579.14	(888.09-2,807.90)	1.54 (±0.13)	9.24	3.51	LR
CMI-BL1	490.63	(290.75-827.92)	2,983.01	(1,767.76-5,033.66)	1.67 (±0.12)	19.81	6.63	MR
CMI-BL2	371.36	(228.20-604.32)	1,959.77	(1,204.29-3,189.18)	1.83 (±0.11)	14.99	4.36	MR
CMI-KP	24.77	(3.67-167.26)	18,220.43	(2,697.71-12,3061.31)	0.45 (±0.42)	1.00	40.49	LR
PNB-TS	338.08	(172.45-662.79)	3,751.84	(1,913.75-7,355.33)	1.26 (±0.15)	13.65	8.34	MR
LEI-NS	938.36	(358.67-2,455.00)	28,907.48	(11,049.18-75,629.37)	0.86 (±0.21)	37.88	64.24	MR
CRI-PP	356.58	(191.83-662.82)	3,385.28	(1,821.20-6,292.62)	1.38 (±0.14)	14.40	7.52	MR

[1/]RF= Resistance Factor = LC_{50} value of each population/ LC_{50} value of population with the lowest value

[2/]Ratio LC_{90} = LC_{90}/ recommended field rate of propargite 30% WP (450 ppm)

[3/]Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistance

Table 4 Toxicity of fenpyroximate 5% SC against *Tetranychus urticae* Koch collected from various strawberry fields in Thailand in 2019.

Population	LC_{50} (ppm) (95%CI)		LC_{90} (ppm) (95%CI)		Slope (±SE)	RF[1/]	LC_{90}/Recommended field rate[2/]	Resistance categories[3/]
NAN-AN	33.97	(15.26-75.63)	611.10	(274.50-1,360.41)	1.04 (±0.18)	1.00	12.22	LR
CMI-MR	39.58	(26.30-59.57)	144.64	(96.11-217.67)	2.31 (±0.09)	1.17	2.89	LR
CMI-ST1	261.76	(81.77-837.93)	14,547.41	(4,544.47-46,568.09)	0.73 (±0.26)	7.71	290.95	LR
CMI-ST2	706.19	(124.75-3997.68)	282,610.72	(49,923.08-1,599,837.64)	0.49 (±0.38)	20.79	5,652.21	MR
CMI-BL1	497.86	(95.62-2592.14)	153,534.53	(29,488.66-799,386.94)	0.51 (±0.37)	14.66	3,070.69	MR
CMI-BL2	263.83	(112.89-616.66)	4,070.50	(1,741.52-9,514.12)	1.08 (±0.19)	7.77	81.41	LR
CMI-KP	95.64	(47.76-191.51)	1,069.62	(534.17-2,141.81)	1.23 (±0.15)	2.82	21.39	LR
PNB-TS	38.19	(12.24-119.17)	2,393.26	(766.89-7,468.80)	0.72 (±0.25)	1.12	47.87	LR
LEI-NS	209.44	(35.06-1251.20)	133,668.65	(22,374.35-798,562.08)	0.46 (±0.40)	6.17	2,673.37	LR
CRI-PP	110.02	(31.90-379.42)	9,783.09	(2,861.80-33,443.60)	0.66 (±0.28)	3.24	195.66	LR

[1/]RF= Resistance Factor = LC_{50} value of each population/ LC_{50} value of population with the lowest value

[2/]Ratio LC_{90} = LC_{90}/ recommended field rate of fenpyroximate 5% SC (50 ppm)

[3/]Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistance

Table 5 Toxicity of tebufenpyrad 36% EC against *Tetranychus urticae* Koch collected from various strawberry fields in Thailand in 2019.

Population	LC_{50} (ppm) (95%CI)	LC_{90} (ppm) (95%CI)	Slope (±SE)	RF[1/]	LC_{90}/Recommended field rate[2/]	Resistance categories[3/]
NAN-AN	50.36 (27.85-91.06)	395.42 (218.67-715.03)	1.44 (±0.13)	18.18	7.32	MR
CMI-MR	9.41 (4.74-18.69)	66.65 (33.56-132.37)	1.52 (±0.15)	3.40	1.23	LR
CMI-ST1	20.32 (11.49-35.91)	130.56 (73.86-230.78)	1.63 (±0.13)	7.34	2.42	LR
CMI-ST2	18.03 (7.44-43.68)	385.06 (158.92-933.02)	0.97 (±0.20)	6.51	7.13	LR
CMI-BL1	71.25 (41.34-122.78)	455.34 (264.23-784.67)	1.60 (±0.21)	25.72	8.43	MR
CMI-BL2	48.28 (27.06-86.15)	357.57 (200.38-638.06)	1.48 (±0.13)	17.43	6.62	MR
CMI-KP	9.03 (3.45-23.63)	206.24 (78.77-540.04)	0.94 (±0.21)	3.26	3.82	LR
PNB-TS	2.77 (0.82-9.29)	102.43 (30.50-343.99)	0.82 (±0.27)	1.00	1.90	LR
LEI-NS	4.66 (1.83-11.90)	71.85 (28.16-183.33)	1.10 (±0.21)	1.68	1.33	LR
CRI-PP	14.4 (7.38-28.07)	121.08 (62.10-236.10)	1.40 (±0.15)	5.20	2.24	LR

[1/]RF= Resistance Factor = LC_{50} value of each population/ LC_{50} value of population with the lowest value

[2/]Ratio LC_{90} = LC_{90}/ recommended field rate of tebufenpyrad 36% EC (54 ppm)

[3/]Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistance

Table 6 Toxicity of spiromesifen 24% SC against *Tetranychus urticae* Koch collected from various strawberry fields in Thailand in 2019.

Population	LC_{50} (ppm) (95%CI)		LC_{90} (ppm) (95%CI)		Slope (±SE)	RF[1/]	LC_{90}/Recommended field rate[2/]	Resistance categories[3/]
NAN-AN	1,214.02	(454.63-3,659.50)	28,559.73	(10,066.345-81,028.21)	0.96 (±0.23)	35.35	297.50	MR
CMI-MR	412.25	(133.39-1,274.10)	21,260.42	(6,879.03-65,707.66)	0.75 (±0.25)	12.00	221.46	MR
CMI-ST1	1,935.36	(321.10-11,664.80)	847,641.24	(140,636.01-5,108,902.57)	0.48 (±0.40)	56.36	8,829.60	HR
CMI-ST2	178.36	(97.30-326.94)	1,393.06	(7,593.96-2,553.58)	1.44 (±0.13)	5.19	14.51	LR
CMI-BL1	323.63	(139.41-749.58)	5,709.25	(2,462.17-13,238.56)	1.03 (±0.19)	9.42	59.47	LR
CMI-BL2	34.34	(14.77-79.86)	660.73	(284.15-1,536.37)	1.01 (±0.19)	1.00	6.88	LR
CMI-KP	140.11	(41.78-469.79)	11,306.93	(3,372.06-37,913.53)	0.67 (±0.27)	4.08	117.78	LR
PNB-TS	202.50	(115.30-355.63)	1,386.88	(789.68-2,435.71)	1.60 (±0.13)	5.90	14.45	LR
LEI-NS	315.78	(116.42-856.55)	10,855.00	(4,001.89-29,443.80)	0.85 (±0.22)	9.20	113.07	LR
CRI-PP	241.71	(137.11-426.10)	1,518.55	(861.41-2,677.000)	1.62 (±0.13)	7.04	15.82	LR

[1/]RF= Resistance Factor = LC_{50} value of each population/ LC_{50} value of population with the lowest value

[2/]Ratio LC_{90} = LC_{90}/ recommended field rate of spiromesifen 24% SC (96 ppm)

[3/]Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistanc

Table 7 Toxicity of abamectin 1.8% EC against *Tetranychus urticae* Koch collected from various strawberry fields in Thailand in 2019.

Population	LC_{50} (ppm) (95%CI)		LC_{90} (ppm) (95%CI)		Slope (±SE)	RF[1/]	LC_{90}/Recommended field rate[2/]	Resistance categories[3/]
NAN-AN	23.59	(10.70-51.97)	426.07	(193.35-938.86)	1.05 (±0.18)	2.01	23.67	LR
CMI-MR	11.76	(3.71-37.24)	763.43	(241.06-2,417.78)	0.70 (±0.26)	1.00	42.41	LR
CMI-ST1	188.36	(59.80-593.34)	7,914.73	(2,512.63-24,931.21)	0.8 (±0.25)	16.02	439.71	MR
CMI-ST2	44.34	(21.50-91.45)	542.86	(263.20-1,119.67)	1.20 (±0.16)	3.77	30.16	LR
CMI-BL1	12.38	(6.56-23.36)	114.51	(60.69-216.07)	1.34 (±0.14)	1.05	6.36	LR
CMI-BL2	71.36	(12.82-397.27)	35,712.90	(6,414.70-198,826.27)	0.48 (±0.38)	6.07	1,984.05	LR
CMI-KP	146.91	(51.01-423.11)	7,380.35	(2,562.54-21,256.08)	0.85 (±0.23)	12.49	410.02	MR
PNB-TS	35.98	(15.58-83.08)	695.20	(301.07-1,605.31)	1.00 (±0.19)	3.06	38.62	LR
LEI-NS	42.46	(15.63-115.38)	1,493.14	(549.54-4,056.96)	0.83 (±0.22)	3.61	82.95	LR
CRI-PP	12.06	(5.85-24.88)	155.44	(75.36-320.62)	1.16 (±0.16)	1.03	8.64	LR

[1/]RF= Resistance Factor = LC_{50} value of each population/ LC_{50} value of population with the lowest value

[2/]Ratio LC_{90} = LC_{90}/ recommended field rate of abamectin 1.8% EC (18 ppm)

[3/]Resistance categories; VHR = Very High Resistance, HR = High Resistance, MR = Moderate Resistance, LR = Low Resistance

Table 8 Comparative of average number of two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock*)* on strawberry leaf treated with acaricides at different intervals at Tambon Mae Ram, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai Province, January-February 2020.

Treatments	Rate of Application (ml.g./20 L of water)	Avg. number of two-spotted mite (mites/leaf)[1/]													
		Before treated	1 DAT		3 DAT		5 DAT		7 DAT		10 DAT		14 DAT		21 DAT	
fenpyroximate 5% SC (21A)	20	31.23	8.40	a	8.23	bc	7.20	abc	7.80	ab	6.20	d	7.37	c	17.03	d
tebufenpyrad 36% EC (21A)	3	31.23	5.70	a	4.83	ab	4.37	ab	4.77	ab	4.30	c	4.80	b	5.17	c
spiromesifen 24 % SC (23)	8	30.67	18.63	b	10.60	cd	6.97	abc	4.73	ab	4.30	c	5.07	bc	5.57	c
abamectin 1.8% EC (6)	20	29.17	24.80	bcd	15.23	e	15.30	cd	14.70	bc	16.30	f	20.90	e	25.40	e
hexythiazox 1.8% EC (10A)	40	30.27	22.67	bc	13.67	de	11.60	bc	12.27	bc	12.50	e	13.17	d	22.93	e
bifenazate 48% SC (20D)	5	30.30	3.77	a	1.50	a	1.13	a	0.40	a	0.53	a	0.40	a	0.53	a
cyflumetofen 20% SC (25A)	8	31.73	7.60	a	1.63	a	3.43	ab	4.70	ab	3.07	b	3.03	b	4.13	b
propargite 30% WP (12C)	30	30.07	24.37	bcd	21.37	f	21.37	de	21.93	cd	22.47	g	26.20	f	27.47	ef
pyridaben 20 % WP (21A)	15	31.17	26.43	cd	24.00	f	25.23	ef	25.07	de	27.17	gh	27.80	f	30.97	fg
untreated check	-	30.23	30.87	d	31.53	g	31.57	f	32.40	e	33.33	h	31.67	g	34.70	g
CV (%)		20.1	22.2		1.75		35.2		40.5		6.1		10.0		3.8	
R.E. (%)		-	44.6		70.1		23.9		23.9		60.6		8.7		8.3	

[1/] Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 9 Efficacy percentage of acaricides for controlling two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock) on strawberry leaf at Tambon Mae Ram, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai Province, January-February 2020.

Treatments	Rate of Application (ml.g./20 L of water)	Efficacy percentage of acaricides for controlling two-spotted mite						
		1 DAT	3 DAT	5 DAT	7 DAT	10 DAT	14 DAT	21 DAT
fenpyroximate 5% SC (21A)	20	73.66	74.73	77.92	76.70	81.99	77.47	52.49
tebufenpyrad 36% EC (21A)	3	82.13	85.17	86.60	85.75	87.51	85.33	85.58
spiromesifen 24 % SC (23)	8	40.52	66.86	78.24	85.61	87.28	84.22	84.18
abamectin 1.8% EC (6)	20	16.74	49.94	49.78	52.98	49.32	31.61	24.14
hexythiazox 1.8% EC (10A)	40	26.66	56.70	63.30	62.18	62.55	58.47	34.01
bifenazate 48% SC (20D)	5	87.82	95.25	96.43	98.77	98.41	98.74	98.46
cyflumetofen 20% SC (25A)	8	76.54	95.07	89.65	86.18	91.22	90.88	88.66
propargite 30% WP (12C)	30	20.64	31.86	31.95	31.95	32.22	16.83	20.41
pyridaben 20 % WP (21A)	15	16.96	26.18	22.49	24.96	20.94	14.87	13.44

Table 10 Comparative of average number of two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock) on strawberry leaf treated with acaricides at different intervals at Tambon Pong Yang, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai Province, January-February 2020.

Treatments	Rate of Application (ml.g./20 L of water)	Avg. number of two-spotted mite (mites/leaf)[1/]							
		Before treated	1 DAT	3 DAT	5 DAT	7 DAT	10 DAT	14 DAT	21 DAT
fenpyroximate 5% SC (21A)	20	27.13	9.73 c	9.20 d	8.50 d	9.67 c	8.17 e	10.10 c	21.90 d
tebufenpyrad 36% EC (21A)	3	22.20	6.97 b	5.10 c	4.37 bc	4.33 b	5.03 c	5.03 b	6.53 bc
spiromesifen 24 % SC (23)	8	26.10	14.13 d	9.27 d	6.20 cd	4.33 b	6.13 d	7.13 b	7.33 c
abamectin 1.8% EC (6)	20	26.70	20.73 e	14.23 e	15.97 e	17.93 e	20.60 f	25.27 e	27.90 e
hexythiazox 1.8% EC (10A)	40	27.40	19.50 e	13.23 e	13.37 e	15.83 d	18.83 f	21.53 d	23.27 d
bifenazate 48% SC (20D)	5	26.60	2.13 a	1.30 a	0.90 a	0.83 a	0.80 a	0.77 a	1.37 a
cyflumetofen 20% SC (25A)	8	27.13	6.20 b	2.27 b	2.17 ab	1.83 a	1.43 b	2.10 a	4.67 bc
propargite 30% WP (12C)	30	27.60	23.10 f	20.40 f	21.80 f	24.03 f	25.90 g	28.43 f	29.73 ef
pyridaben 20 % WP (21A)	15	26.27	24.03 f	22.77 f	23.30 f	26.77 g	28.40 gh	31.73 g	30.13 f
untreated check	-	26.33	27.30 g	29.00 g	31.63 g	34.20 h	33.07 h	36.83 h	34.57 g
CV (%)		7.2	8.5	3.1	12.3	7.5	3.7	9.5	6.3
R.E. (%)		-	96.4	11.5	4.2	11.8	4.5	3.8	7.7

[1/] Means followed by the same letter in column are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 11 Efficacy percentage of acaricides for controlling two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock) on strawberry leaf at Tambon Pong Yang, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai Province, January-February 2020.

Treatments	Rate of Application (ml.g./20 L of water)	Efficacy percentage of acaricides for controlling two-spotted mite						
		1 DAT	3 DAT	5 DAT	7 DAT	10 DAT	14 DAT	21 DAT
fenpyroximate 5% SC (21A)	20	65.41	69.21	73.92	72.56	76.02	73.39	38.52
tebufenpyrad 36% EC (21A)	3	74.34	82.33	86.12	87.28	84.71	86.27	81.02
spiromesifen 24 % SC (23)	8	47.79	67.75	80.23	87.23	81.30	80.47	78.61
abamectin 1.8% EC (6)	20	25.12	51.61	50.21	48.30	38.57	32.34	20.41
hexythiazox 1.8% EC (10A)	40	31.36	56.16	59.38	55.52	45.28	43.83	35.32
bifenazate 48% SC (20D)	5	92.28	95.56	97.18	97.60	97.61	97.93	96.08
cyflumetofen 20% SC (25A)	8	77.96	92.40	93.34	94.81	97.07	94.47	86.89
propargite 30% WP (12C)	30	19.28	32.89	34.25	32.97	25.29	26.36	17.96
pyridaben 20 % WP (21A)	15	11.78	21.30	26.17	21.55	13.93	13.65	12.64

Table 12 Estimated costs of acaricides application for controlling two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock) on strawberry.

Acaricides	IRAC mode of action classification	Rate of Application (ml, g./20 L of water)	Contents (ml., g.)	Cost (Baht)	Cost per ml., g.(Baht)	Cost per water 20 liter	Cost per rai (Baht)*
fenpyroximate 5% SC	21A	20	1000	800	0.8	16	96
tebufenpyrad 36% EC	21A	3	1000	3800	3.8	76	456
spiromesifen 24 % SC (23)	23	8	500	1400	2.8	56	336
abamectin 1.8% EC (6)	6	20	1000	450	0.45	9	54
hexythiazox 1.8% EC (10A)	10A	40	1000	400	0.4	8	48
bifenazate 48% SC (20D)	20D	5	1000	5500	5.5	110	660
cyflumetofen 20% SC (25A)	25A	8	1000	1900	1.9	38	228
propargite 30% WP (12C)	12C	30	1000	480	0.48	9.6	57.6
pyridaben 20 % WP (21A)	21A	15	1000	550	0.55	11	66

*Calculated by 8000 strawberry plants per rai, acaricides application rate 120 liter per rai

Table 13 Comparative of average number of two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock) on strawberry leaf treated with different acaricides rotation pattern at Tambon Mae Ram, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai Province, February-April 2021.

Acaricide rotation pattern	Avg. number of two-spotted mite (mites/leaf)[1/]								
	Before treated	1 WAT[2/]	2 WAT	3 WAT	4 WAT	5 WAT	6 WAT	7 WAT	8 WAT
Acaricide rotation pattern 1[3/]	25.35	0.70 a	0.83 a	0.45 a	0.43 a	0.58 a	0.53 a	0.23 a	0.28 a
Acaricide rotation pattern 2[4/]	24.40	1.13 a	1.35 a	2.23 a	0.70 a	0.83 a	0.90 a	0.33 a	0.33 a
Acaricide rotation pattern 3[5/]	25.90	1.25 a	1.33 a	2.35 a	0.85 a	0.88 a	0.95 a	0.35 a	0.38 a
Acaricide rotation pattern 4[6/]	26.70	1.08 a	1.28 a	2.28 a	1.03 a	0.85 a	0.45 a	0.38 a	0.28 a
Farmer practice [7/]	26.80	23.33 b	28.58 b	26.88 b	24.50 b	21.80 b	22.23 b	26.00 b	32.18 b
Untreated check	24.50	37.15 c	41.73 c	45.20 c	37.93 c	32.83 c	35.73 c	49.35 c	54.50 c
C.V. (%)	14.2	11.1	25.4	21.8	12.3	6.5	27.7	27.5	20.5
Rotate patterns VS Farmer practice	-	**	**	**	**	**	**	**	**
Untreated VS Treated	-	**	**	**	**	**	**	**	**

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

2/ WAT = Week after treated

3/ W1: bifenazate 48% SD (20D) 5ml/20 liter, W4: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter, W7: tebufenpyrad 30% EC (21A) 3 ml/ 20 liter

4/ W1: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter, W4: spiromesifen 24% SC (23) 8 ml/ 20 liter, W7,8: hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 cc/ 20 liter

5/ W1: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter, W4: spiromesifen 24% SC (23) 8 ml/ 20 liter, W7: fenpyroximate 5% SC (21A) 20 cc/ 20 liter

6/ W1: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter, W4: fenpyroximate 5% SC (21A) 20 cc/ 20 liter, W6,7: hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 cc/ 20 liter, W8: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter

7/ W1,2,3: pyridaben 20 % WP (21A) 15g/20 liter, W4,5,6: propargite 30% WP (12C) 30g/ 20 liter, W7,8: pyridaben 20 % WP (21A) 15g/20 liter

* indicates statistical difference by F-Test ($p<0.05$) ** indicates highly statistical difference by F-Test ($p<0.01$)

ns indicates non-significance by F-Test ($p>0.05$)

Table 14 Comparative of average number of two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock) on strawberry leaf treated with different acaricides rotation pattern at Tambon Pong Yang, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai Province, February-April 2021.

Acaricide rotation pattern	Avg. number of two-spotted mite (mites/leaf)[1/]								
	Before treated	1 WAT[2/]	2 WAT	3 WAT	4 WAT	5 WAT	6 WAT	7 WAT	8 WAT
Acaricide rotation pattern 1[3/]	21.15	0.53 a	0.58 a	0.50 a	0.38 a	0.43 a	0.58 a	0.20 a	0.10 a
Acaricide rotation pattern 2[4/]	20.10	1.05 a	1.13 a	1.78 b	0.55 a	0.55 a	0.85 a	0.48 a	0.18 a
Acaricide rotation pattern 3[5/]	19.50	0.93 a	1.05 a	1.50 ab	0.53 a	0.53 a	0.83 a	0.45 a	0.35 a
Acaricide rotation pattern 4[6/]	20.63	1.00 a	1.10 a	1.50 ab	1.05 a	1.05 a	0.75 a	0.40 a	0.20 a
Farmer practice [7/]	21.23	20.50 b	25.80 b	27.55 c	25.83 b	25.83 b	25.18 b	31.63 b	37.30 b
Untreated check	19.45	27.50 c	31.03 c	35.95 d	34.00 c	34.00 c	33.20 c	47.98 c	49.73 c
C.V. (%)	7.3	13.7	4.8	6.6	7.8	7.7	14.3	13.1	8.4
Rotate patterns VS Farmer practice	-	**	**	**	**	**	**	**	**
Untreated VS Treated	-	**	**	**	**	**	**	**	**

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

2/ WAT = Week after treated

3/ W1: bifenazate 48% SD (20D) 5ml/20 liter, W4: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter, W7: tebufenpyrad 30% EC (21A) 3 ml/ 20 liter

4/ W1: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter, W4: spiromesifen 24% SC (23) 8 ml/ 20 liter, W7,8: hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 cc/ 20 liter

5/ W1: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter, W4: spiromesifen 24% SC (23) 8 ml/ 20 liter, W7: fenpyroximate 5% SC (21A) 20 cc/ 20 liter

6/ W1: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter, W4: fenpyroximate 5% SC (21A) 20 cc/ 20 liter, W6,7: hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 cc/ 20 liter, W8: cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter

7/ W1,2,3: pyridaben 20 % WP (21A) 15g/20 liter, W4,5,6: propargite 30% WP (12C) 30g/ 20 liter, W7,8: pyridaben 20 % WP (21A) 15g/20 liter

* indicates statistical difference by F-Test ($p<0.05$) ** indicates highly statistical difference by F-Test ($p<0.01$)

ns indicates non-significance by F-Test ($p>0.05$)

Table 15 Estimated costs of acaricides rotation pattern for controlling two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock) on strawberry.

Acaricide rotation pattern	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	cost per rotation pattern (Baht)	Cost per rai (Baht)[1/]
1	bi[2/]			cy[3/]			te[4/]		224	1344
2	cy			sp[5/]			hx[6/]	hx	110	660
3	cy			sp			fe[7/]		110	660
4	cy			fe		hx	hx	cy	70	420
farmer practice	py[8/]	py	py	po[9/]	po	po	py	py	83.8	502.8

[1/] Calculated by 8000 strawberry plants per rai, acaricides application rate 120 liter per rai

[2/] bi = bifenazate 48%SD (20D) 5ml/20 liter (110 Baht)

[3/] cy = cyflumethofen 20% SC (25A) 8ml/20 liter (38 Bath)

[4/] te = tebufenpyrad 30% EC (21A) 3 ml/ 20 liter (76 Baht)

[5/] sp = spiromesifen 24% SC (23) 8 ml/ 20 liter (56 Baht)

[6/] hx = hexythiazox 1.8% EC (10A) 40 cc/ 20 liter (8 Baht)

[7/] fe = fenpyroximate 5% SC (21A) 20 cc/ 20 liter (16 Baht)

[8/] py = pyridaben 20 % WP (21A) 15g/20 liter (11 Baht)

[9/] po = propargite 30% WP (12C) 30g/ 20 liter (9.6 Baht)

Figure 1 Strawberry field was infected by two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Kock) at Tambon Mae Ram, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai Province

(A) Two-spooted mite created web on strawberry leaves

(B) Two-spooted mite on underside of strawberry leaves under 10X hand lens

การจัดการสารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนตามกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมะม่วง

Insecticide Mode of Action Rotation Pattern Management for Controlling Chilli Thrips *Scirtothrips dorsalis* Hood in Mango

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา สราญจิต ไกรฤกษ์ สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง
สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น
กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Mango production has encountered insecticide resistance problem in chilli thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood). Insecticide rotation is the management method that can reduce this problem. The experiments were conducted to find proper insecticide rotation pattern using insecticides from different mode of action for controlling chilli thrips in mango. The experiments were composed of two steps. The first step was to test the efficacy of insecticides for controlling chilli thrips. This study was carried out at two farmer's' orchards in Sri Prachan and Samchok district, Supanburi province; during October-November 2018. The second step was to evaluate four insecticide rotation patterns which efficacious insecticides from the first step; spinetoram 12 % SC (Group 5), chlorfenapyr 10%SC (Group 13), cyantraniliprole 10 % OD (Group 28), emamectin benzoate 1.92% EC, acetamiprid 20 %SP (Group 4A) abamectin 1.8% EC (Group 6) and lambda-cyhalothrin 2.5% CS (Group 4A); were sequentially sprayed in different rotation patterns compared with farmer' s spraying pattern and untreated control. This experiment was carried out at farmers' orchard in Sri Prachan district, Supanburi province; during September-November 2019 and March-April 2021. The results revealed that the rotation spraying pattern, spinetoram 3 time -- abamectin 3 time --lambda-cyhalothrin 3 times -- fipronil 3 times, in every 15-day interval of thrips life cycle was the most suitable rotation spraying pattern because this pattern can control thrips numbers throughout inflorescence period as low as 0.35-6.24 and 0.28-7.25 insects/ inflorescence in year 2019 and 2021, respectively

รหัสการทดลอง 03-29-60-01-01-00-11-62

respectively which was significantly lower than that of farmer's spraying pattern which which can control thrips number as and insects/ inflorescence in year 2019 and 2021, respectively. The spraying cost for insecticide rotation pattern per cycle was 553.60 baht/time of spraying/Rai which was cheaper than from that of 662.00 bath/time/ rai of farmer's spraying. The insecticide rotation pattern obtained was proper for recommendation to reduce insecticide resistance problem in chili thrips damaging roses.

Keywords : Thrips control, chemical control, insecticide resistance, mango production

บทคัดย่อ

การจัดการสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis* Hood) ในมะม่วง แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกทดสอบหาสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในมะม่วง ดำเนินการที่แปลงมะม่วงของเกษตรกร อำเภอศรีประจันต์ และ อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน 2561 ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบระบบหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดและชะลอปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วง ดำเนินงานในแปลงมะม่วงของเกษตรกร อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือน กรกฎาคม - พฤศจิกายน 2562 (มะม่วงปี) และ เดือนมีนาคม-เมษายน 2564 (มะม่วงนอกฤดู) ดำเนินการพ่นสารตามกรรมวิธีในระยะแตกช่อดอก พบว่า วิธีการพ่นสารหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์รูปแบบที่ IV คือ ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟพริก พ่นสาร spinetoram 12 % SC (5) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย abamectin 1.8 %EC (6) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย lambda-cyhalothrin 2.5 %CS (3A) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง สามารถรักษาระดับประชากรเพลี้ยไฟพริกให้อยู่ในระดับต่ำได้ดีในปี 2562 และ ปี 2563 ตลอดช่วงระยะช่อดอก 0.35-6.24 และ 0.28-7.25 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบเพลี้ยไฟพริก 0.35-11.15 และ 0.40-12.20 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ โดยมีต้นทุนการพ่นสาร 553.60 บาท/ครั้ง/ไร่ ถูกกว่าวิธีการพ่นสารของเกษตรกรซึ่งมีต้นทุนการพ่นสาร 662.00 บาท/ครั้ง/ไร่ รูปแบบการพ่นสารแบบหมุนเวียนที่ได้เหมาะสมที่จะใช้แนะนำเพื่อลดปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายในมะม่วง

คำหลัก : การป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ การป้องกันกำจัดโดยวิธีเคมี ความต้านทานสารฆ่าแมลง การผลิตมะม่วง

คำนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ในปีการเพาะปลูก 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ให้ผลผลิตมะม่วง 2,131,590 ไร่ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 3,308,230 ตัน คิดเป็นมูลค่า 57,270 ล้านบาท สำหรับการส่งออกประเทศไทยมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยในปี 2557 มีปริมาณการส่งออก 88,965 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,242 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน, ญี่ปุ่นและออสเตรเลีย และประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

ปัจจุบันการส่งออกมะม่วงของประเทศไทยไม่ขยายเท่ากับความต้องการของตลาด เนื่องจากสัดส่วนที่มีคุณภาพส่งออกได้ต่ำ สาเหตหลักมาจากผิวของมะม่วงมักเกิดรอยทำลายจากเพลี้ยไฟเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนผลผลิตมะม่วงคุณภาพสูงที่ปราศจากรอยทำลายและเหมาะในการส่งออกไม่สูง ส่วนผลผลิตมะม่วงที่ผิวมีรอยทำลายเพียงเล็กน้อยก็ถูกกดราคาขายเป็นอย่างมาก แนวทางในการช่วยเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกสามารถทำได้โดยการวิจัยพัฒนาระบบการจัดการในสวนมะม่วงเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะสามารถแก้ปัญหาผิวเสียของมะม่วงได้

เพลี้ยไฟเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของมะม่วง เป็นแมลงขนาดเล็ก ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดน้ำเลี้ยงบริเวณใบอ่อน ยอดอ่อน ตุ่มตาใบ ตุ่มตาดอก ช่อดอกมะม่วง โดยเฉพาะฐานรองดอกและขั้วผลอ่อน ทำให้ช่อดอกหงิกงอ ดอกร่วง ไม่ติดผลหรือติดผลน้อย ขอบและปลายใบแห้ง ยอดแห้งไม่แทงช่อใบหรือช่อดอก ถ้าเข้าทำลายในระยะติดผลอ่อน จะทำให้ผลหลุดร่วง แต่ถ้าผลนั้นเจริญเติบโตมีขนาดใหญ่ขึ้นจะพบว่าผิวของผลมีร่องรอยการถูกทำลายจากเพลี้ยไฟ โดยจะพบลักษณะคล้ายขี้กลากสีเทาเงิน ปรากฏบนผิวมะม่วง และถ้าผลถูกทำลายอย่างรุนแรงผิวของผลบริเวณใกล้ขั้วจะเป็นสีเทาดำ ทำให้ขายไม่ได้ราคา

การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจึงเป็นวิธีการหนึ่งในหลายๆ วิธีการที่สามารถป้องกันความเสียหายของผลผลิตที่อาจเกิดจากศัตรูพืชได้ แม้ว่าจะไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุด แต่หากเกษตรกรใช้ด้วยความระมัดระวังและบนพื้นฐานความรู้ที่ถูกต้อง จะเป็นการป้องกันกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพวิธีการหนึ่ง ปัจจุบันมีสารฆ่าแมลงกลุ่มใหม่ที่มีพิษน้อยต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและมีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดี ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ต้องวิจัยหาสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพหลายๆ กลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ เช่น กลุ่ม carbamate (1A) phenyl pyrazoles (2) pyrethriods (3A) neonicotenoid (4) spinosyn (5) Avermectins (6) diamide (28) ซึ่งมีระดับความเป็นพิษแตกต่างกัน ในหลากหลายราคา เพื่อใช้แนะนำให้เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงให้พ่นหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ เพื่อชะลอการเกิดความต้านทานของเพลี้ยไฟ และใช้สารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปริมาณตามที่ตลาดต้องการ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงกุหลาบพวง
2. สารป้องกันกำจัดแมลง

กลุ่ม Organophosphate : profenophos 50% EC (กลุ่ม 1B)

กลุ่ม Diamide : cyanitranilipole 10% OD (กลุ่ม 28)

กลุ่ม Avermectin : abamectin 1.8% EC emamectin benzoate 1.92 %EC (กลุ่ม 6)

กลุ่ม Pyrethroid : lambda-cyhalothrin 2.5%CS (กลุ่ม 3)

กลุ่ม Neonicotinoid : imidacloprid 70%WG acetamiprid 20%SP (กลุ่ม 4)

กลุ่ม Spinosyn : spinetoram 12% SC (กลุ่ม 5)

กลุ่ม Phenyl pyrazole : fipronil 5 %SC (กลุ่ม 2)

กลุ่ม Pyroles : chlorfenapyr 10%SC (กลุ่ม 13)

3. เครื่องยนต์พ่นสารแบบสะพายหลังแรงดันน้ำสูง
4. อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล เช่น สมุดจดบันทึก ปากกา ดินสอ

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วง (ปี 2562)

ศึกษาในแปลงมะม่วงของเกษตรกร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น 10 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1	พ่นสาร fipronil 5%SC อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร (Group 2)
กรรมวิธีที่ 2	พ่นสาร lambda-cyhalothrin 2.5%CS อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (Group 3)
กรรมวิธีที่ 3	พ่นสาร imidacloprid 70%WG อัตรา 15 ก./น้ำ20ลิตร (Group 4)
กรรมวิธีที่ 4	พ่นสาร acetamiprid 20%SP อัตรา 20 ก./น้ำ 20 ลิตร (Group 4)
กรรมวิธีที่ 5	พ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร (Group 5)
กรรมวิธีที่ 6	พ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (Group 5)
กรรมวิธีที่ 7	พ่นสาร abamectin 1.8 %EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (Group 6)
กรรมวิธีที่ 8	พ่นสาร emamectin benzoate 1.92%EC อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร (Group 6)
กรรมวิธีที่ 9	พ่นสาร cyanitranilipole 10% OD อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (Group 28)
กรรมวิธีที่ 10	พ่นสาร chlorfenapyr 10%SC อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร ลิตร (Group 13)
กรรมวิธีที่ 11	ไม่พ่นสาร

วิธีการ

- ดำเนินการในแปลงมะม่วงของเกษตรกร เริ่มทำการพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อมะม่วง ระยะช่อดอก และมีเพลี้ยไฟระบาดสม่ำเสมอทั่วแปลง โดยทิ้งช่วงห่างตามการระบาดของแมลง ทำการตรวจนับเพลี้ยไฟทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยการสุ่มตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากยอด, ช่อดอก,ผล 10 ยอด,ช่อดอก,ผลต่อต้น ตรวจนับเพลี้ยไฟก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสาร 3, 5 และ 7 วัน และ 3, 5, 7, 10, 12 และ 14 วันหลังพ่นสารครั้งสุดท้ายพ่นไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง บันทึกจำนวนเพลี้ยไฟตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ผลกระทบต่อพืช (phytotoxicity) และต้นทุนการพ่นสาร นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติที่เหมาะสม และคำนวณเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด โดยใช้สูตรของ Henderson-Tilton (Henderson and Tilton, 1955) ดังนี้

$$\%\text{การป้องกันกำจัด} = \left[1 - \frac{\text{จำนวนแมลงมีชีวิตในกรรมวิธีควบคุมก่อนพ่นสาร} \times \text{จำนวนแมลงมีชีวิตหลังพ่น}}{\text{จำนวนแมลงในกรรมวิธีควบคุมหลังพ่นสาร} \times \text{จำนวนแมลงมีชีวิตก่อนพ่นสาร}}\right] \times 100$$

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนเพลี้ยไฟ
- บันทึกอาการเป็นพิษต่อพืชที่เกิดจากการใช้สารฆ่าแมลง
- บันทึกสภาพอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนตลอดช่วงการทดลอง

เวลาและสถานที่

ระหว่างเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน 2561 ที่แปลงมะม่วงของเกษตรกรในอำเภอศรีประจันต์และอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบระบบหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดและชะลอปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วง (ปี 2563-2564)

ศึกษาในแปลงมะม่วงของเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี ศึกษาในแปลงมะม่วงของเกษตรกร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำๆ ละ 2 ต้น 6กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 แบบที่ I. ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟ 14 วัน พ่นสาร spinetoram 12 % SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5) 3 ครั้ง (5วัน) / ตามด้วย abamectin 1.8 %EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6) 3 ครั้ง (5 วัน)/ ตามด้วย chlorfenapyr 10 %SC อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 13) 3 ครั้ง (ทุก 5 วัน)

กรรมวิธีที่ 2 แบบที่ II. ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟ 14 วัน พ่นสาร spinetoram 12 % SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5) 3 ครั้ง (5วัน) / ตามด้วย acetamiprid 20 %SP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 4A) 3 ครั้ง (5 วัน)/ ตามด้วย abamectin 1.8 %EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6) 3 ครั้ง (5 วัน)

กรรมวิธีที่ 3 แบบที่ III. ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟ 14 วัน พ่นสาร spinetoram 12 % SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5) 3 ครั้ง (5วัน) / ตามด้วย cyanitranilipole 10% OD อัตรา 40

มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 28) 3 ครั้ง (5 วัน)/ ตามด้วย lambda-cyhalothrin 2.5% CS อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 3A) 3 ครั้ง (5 วัน)

กรรมวิธีที่ 4 แบบที่ IV. ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟ 14 วัน พ่นสาร spinetoram 12 % SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5) 3 ครั้ง (5วัน) / ตามด้วย abamectin 1.8 %EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6) 3 ครั้ง (5 วัน) ตามด้วย lambda-cyhalothrin 2.5 %CS อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 3A) 3 ครั้ง (5 วัน)

กรรมวิธีที่ 5 วิธีพ่นสารของเกษตรกร (ทุก 5 วัน พ่นสาร emamectin benzoate 5 %WG +abamectin 1.8 %EC 12g+30cc 1 ครั้ง**/** ตามด้วย imidacloprid 70 %WG +profenofos 50 %EC 12g+30 cc 1 ครั้ง/ ตามด้วย acetamiprid 20 %SP + fipronil 5%SC 12 g+40 cc 1 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 6 ไม่พ่นสาร (untreated)

วิธีการ

ดำเนินการในแปลงมะม่วงของเกษตรกร เริ่มทำการพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อมะม่วงอยู่ในระยะแตกช่อดอก (ระยะเดือยไก่) และมีเพลี้ยไฟระบาดสม่ำเสมอทั่วแปลง โดยทิ้งช่วงห่างตามการระบาดของแมลง ทำการตรวจนับเพลี้ยไฟทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยการสุ่มตรวจนับจากช่อดอก 10 ช่อดอกต่อต้น ตรวจนับเพลี้ยไฟก่อนพ่นสาร และหลังพ่นทุก 5 วัน 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 วัน นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ บันทึกจำนวนเพลี้ยไฟตัวอ่อนและตัวเต็มวัย บันทึกเปอร์เซ็นต์การทำลายบนผลมะม่วง อาการเป็นพิษต่อมะม่วง (phytotoxicity) และต้นทุนการพ่นสาร นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติที่เหมาะสม

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนเพลี้ยไฟ
- บันทึกอาการเป็นพิษต่อพืชที่เกิดจากการใช้สารฆ่าแมลง
- บันทึกสภาพอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนตลอดช่วงการทดลอง
- ต้นทุนการพ่นสาร

เวลาและสถานที่

ระหว่างเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2562 และ มีนาคม-เมษายน 2564 ที่แปลงมะม่วงของเกษตรกรอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วง

<u>แปลงที่ 1</u> อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี (ตุลาคม-พฤศจิกายน 2561) (Table 1 และ 2)

ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1 พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบเพลี้ยไฟ 14.29-25.49 ตัว/ช่อดอก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ซึ่งพบเพลี้ยไฟ 26.01 ตัว/ช่อดอก

หลังพ่นสารครั้งที่ 1 ไปแล้ว 3, 5 และ 7 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารจำนวนเพลี้ยไฟค่อย ๆ ลดปริมาณลงในช่วง 3 วัน และค่อยๆเพิ่มปริมาณขึ้นในช่วง 5 และ 7 วันหลังพ่นสาร 3.99-11.28, 9.54-18.16 และ 10.56-19.12 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารซึ่งมีเพลี้ยไฟ 23.15, 29.91 และ 25.14 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ ยกเว้นกรรมวิธีที่พ่นสาร imidacloprid ที่ 7 วันหลังพ่นสารมีเพลี้ยไฟ 19.12 ตัว/ช่อดอก ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร โดยกรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีเพลี้ยไฟที่ 3, 5 และ 7 วัน หลังพ่นสาร 3.99, 9.54 และ 10.56 ตัว/ช่อดอก ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร และ emamectin benzoate ที่พบเพลี้ยไฟหลังพ่นสาร 4.71-6.55, 15.27-15.79 และ 10.65-14.00 ตัว/ช่อดอกตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดพบว่า ในช่วง 3 วันหลังการพ่นสาร กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดสูงที่สุด 75% รองลงมาคือ spinetoram อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร acetamiprid และ emamectin benzoate ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 68, 67และ 49% ตามลำดับ

หลังพ่นสารครั้งที่ 2 ไปแล้ว 3, 5 และ 7 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารจำนวนเพลี้ยไฟค่อย ๆ ลดปริมาณลงในช่วง 3 วัน และค่อยๆเพิ่มปริมาณขึ้นในช่วง 5 และ 7 วันหลังพ่นสาร 5.03-12.13, 9.73-13.33 และ 13.98-18.25 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารซึ่งมีเพลี้ยไฟ 24.15, 21.92 และ 24.42 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ โดยหลังการพ่นสารไปแล้ว 3, 5 และ 7 วัน กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีเพลี้ยไฟ 5.03, 10.06 และ 13.98 ตัว/ช่อดอก ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร และ emamectin benzoate ที่พบเพลี้ยไฟหลังพ่นสารที่ 3, 5 และ 7 วัน 8.24-8.33, 9.73-11.71 และ 13.98-16.18 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหลังการพ่นสารครั้งที่ 2 แล้ว 3 วัน 66 % รองลงมาคือกรรมวิธีที่พ่นสาร acetamiprid และ abamectin มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 59 และ 58% ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่พ่นสารวิธีการอื่นๆ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดต่ำกว่า

แปลงที่ 2 อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี (ตุลาคม-พฤศจิกายน 2561) (Table 3 และ 4)

ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1 พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบเพลี้ยไฟ 8.86-10.99 ตัว/ช่อดอก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ซึ่งพบเพลี้ยไฟ 10.87ตัว/ช่อดอก

หลังพ่นสารครั้งที่ 1 ไปแล้ว 3, 5 และ 7 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารจำนวนเพลี้ยไฟค่อย ๆ ลดปริมาณลงในช่วง 3 วัน และค่อยๆเพิ่มปริมาณขึ้นในช่วง 5 และ 7 วันหลังพ่นสาร 2.50-6.84, 4.21-9.23 และ 9.06-14.78 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารซึ่งมีเพลี้ย 21.16, 21.69 และ 22.86 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีเพลี้ยไฟน้อยที่สุดที่ 3, 5 และ 7 วัน หลังพ่นสาร

2.50, 4.21 และ 9.06 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร ที่พบเพลี้ยไฟหลังพ่นสาร 3, 5 และ 7 วัน 3.56, 4.95 และ 7.79 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดพบว่า ในช่วง 3 และ 5 วันหลังการพ่นสาร กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดสูงที่สุด 87 และ 79% ตามลำดับ รองลงมา

หลังพ่นสารครั้งที่ 2 ไปแล้ว 3, 5 และ 7 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารจำนวนเพลี้ยไฟค่อย ๆ ลดปริมาณลงในช่วง 3 วัน และค่อยๆเพิ่มปริมาณขึ้นในช่วง 5 และ 7 วันหลังพ่นสาร 4.48-7.58, 5.98-9.82 และ 5.09-9.90 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารซึ่งมีเพลี้ยไฟ 23.86, 22.83 และ 22.29 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ โดยหลังการพ่นสารไปแล้ว 3 วัน กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีเพลี้ยไฟน้อยที่สุด 4.48 ตัว/ช่อดอก น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นสาร cyantraniliprole และ chlorfenapyr ซึ่งพบเพลี้ยไฟ 5.93 และ 5.97 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ หลังจากการพ่นสารครั้งที่ 2 และ 5 และ 7 วัน พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร ยังสามารถรักษาระดับประชากรให้มีปริมาณต่ำสุด 5.98 และ 5.09 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร และ chlorfenapry ซึ่งพบเพลี้ยไฟที่ 5 และ 7 วัน หลังการพ่นครั้งที่ 2 6.30-7.59 และ 7.91-9.19 ตัว/ช่อดอกตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟดีที่สุดในช่วง 7 วันหลังการพ่นสารครั้งที่ 2 แล้ว 72-80 % รองลงมาคือ กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร chlorfenapyr และ cyantraniliprole 55-70, 58-75 และ 58-75% ตามลำดับ

หลังการพ่นครั้งที่ 2 แล้ว 10, 12 และ 14 วัน พบว่า พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสาร spinetoram อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร สามารถรักษาระดับประชากรเพลี้ยไฟให้อยู่ในระดับต่ำ 6.84, 8.27 และ 8.17 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ และยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดีหลังการพ่นสารครั้งที่ 3 แล้ว 10 วัน ได้ 72% ส่วนกรรมวิธีพ่นสารอื่นๆ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดต่ำกว่า 70%

จากผลการทดลองทั้งสองแปลง พอสรุปได้ว่า ผลการทดลองพบว่า สารที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วง คือ สารในกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่ 6 spinetoram 12% SC ทั้งสองอัตรา รองลงมาคือสาร chlorfenapyr 10%SC (กลุ่ม 13) cyantraniliprole 10% OD (กลุ่ม 28) emamectin benzoate 1.92% EC (กลุ่ม 6) acetamiprid 20% SP abamectin 1.8% EC (กลุ่ม 6) สอดคล้องกับผลการทดลองของ สุภราดา และคณะ (2564) ซึ่งพบว่ากลุ่มสารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานน้อยหรือมีพิษสูงในเพลี้ยไฟจากอำเภอเมือง อำเภอสามชุก และอำเภอเดิมบางนางบวช สุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี คือสารกลุ่ม 2B, 5, 6, 13

อาการเป็นพิษต่อมะม่วง (phytotoxicity)

ทั้งสองแปลงทุกกรรมวิธีที่พ่นสารแบบหมุนเวียนฯ และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรไม่พบอาการเป็นพิษต่อใบอ่อน ช่อดอก และผลของมะม่วง

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบระบบหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดและชะลอปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วง

ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ

แปลงที่ 1 อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี (เดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2562) (Table 5)

ก่อนพ่นสาร ก่อนพ่นสารหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ตามกรรมวิธี พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารแบบหมุนเวียน วิธีเกษตรกร และกรรมวิธีไม่พ่นสาร พบเพลี้ยไฟ 0.50-0.85 ตัว/ช่อดอก แตกต่างกันทางสถิติ

หลังการพ่นสารตามกรรมวิธีรอบที่ 1 ที่ 5, 10 และ 15 วัน พบว่า กลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารพบเพลี้ยไฟ 0.35-0.63, 0.35-0.50 และ 0.70-1.80 ตัว/ช่อดอกตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟสูงขึ้น 1.30, 2.40 และ 3.28 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ กับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบว่า ที่ 5 วัน กลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟ 0.35-0.63 ตัว/ช่อดอก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 0.63 ตัว/ช่อดอกโดยกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ แบบที่ 4 พบเพลี้ยไฟน้อยที่สุด 0.35 ตัว/ช่อดอก ที่ 10 วัน กลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ พบประชากรเพลี้ยไฟ 0.35-0.50 ตัว/ยอด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 0.35 ตัว/ช่อดอก หลังจากนั้นที่ 15 ทุกกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ จำนวนเพลี้ยไฟ 0.70-0.95 ตัว/ช่อดอก น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 1.80 ตัว/ช่อดอก

หลังการพ่นสารตามกรรมวิธีรอบที่ 2 ที่ 20, 25 และ 30 วัน พบว่า กลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารพบเพลี้ยไฟ 0.35-0.93, 0.63-1.33 และ 1.58-2.70 ตัว/ช่อดอกตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟสูงขึ้น 2.60, 3.95 และ 4.63 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ กับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบว่า ที่ 20, 25 และ 30 วัน กลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟ 0.35-0.48, 0.63-1.33 และ 1.58-2.28 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 0.93, 1.33 และ 2.70 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ

หลังการพ่นสารตามกรรมวิธีรอบที่ 3 ที่ 35, 40 และ 45 วัน พบว่า กลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารพบเพลี้ยไฟ 3.03-7.18, 1.73-2.35 และ 5.45-6.75 ตัว/ช่อดอกตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟสูงขึ้น 11.55, 4.43 และ 14.33 ตัว/ช่อดอก

ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ กับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบว่า ที่ 35 และ 40 วัน กลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟ 3.03-5.13 และ 1.73-1.80 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 7.18 และ 2.35 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ หลังจากนั้นที่ 45 วัน พบว่า ปริมาณเพลี้ยไฟเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี โดยกลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟ 5.45-6.23 ตัว/ช่อดอก ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบเพลี้ยไฟ 14.33 ตัว/ช่อดอก

หลังพ่นสารตามกรรมวิธีที่ 50 วัน พบว่า กลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารพบจำนวนเพลี้ยไฟในระดับต่ำ 3.61-6.24 ตัว/ช่อดอก น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟ 11.15 และ 15.58 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ

<u>แปลงที่ 2</u> อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี (เดือนมีนาคม-เมษายน 2564) (Table 6)

ก่อนพ่นสาร ก่อนพ่นสารหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ตามกรรมวิธี พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารแบบหมุนเวียน วิธีเกษตรกร และกรรมวิธีไม่พ่นสาร พบเพลี้ยไฟ 0.65-1.32 ตัว/ช่อดอก ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ

หลังการพ่นสารตามกรรมวิธีรอบที่ 1 ที่ 5, 10 และ 15 วัน พบว่า กลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารพบเพลี้ยไฟ 0.23-0.42, 0.28-0.48 และ 0.25-0.45 ตัว/ช่อดอกตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟสูงขึ้น 2.33, 2.75 และ 3.00 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ กับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบว่า ที่ 5, 10 และ 15 วัน กลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟ 0.23-0.42, 0.28-0.48 และ 0.25-0.48 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 0.40, 0.48 และ 0.45 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ

หลังการพ่นสารตามกรรมวิธีรอบที่ 2 ที่ 20, 25 และ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารพบเพลี้ยไฟ 0.78-2.00, 0.60-1.50 และ 6.28-12.20 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟสูงขึ้น 5.13, 5.48 และ 19.65 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ กับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบว่า ที่ 20 วัน กรรมวิธีแบบที่ I และ IV พบเพลี้ยไฟ 0.78 และ 0.95 ตัว/ช่อดอก น้อยกว่าและแตกต่างทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 2.00 ตัว/ช่อดอก ที่ 25 วัน พบว่า กลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ พบเพลี้ยไฟ 0.60-1.45 ตัว/ช่อดอก ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบเพลี้ยไฟ 1.50 ตัว/ช่อดอก ที่ 30 วัน ปริมาณเพลี้ยไฟเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี เนื่องจากหลังการพ่นสาร มีฝนตกอย่างหนักในแปลงทดลอง มีผลต่อประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด พบว่า กรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ แบบที่ II, III

และ IV พบเพลี้ยไฟ 6.28, 6.60 และ 7.25 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 12.20 ตัว/ช่อดอก

หลังการพ่นสารตามกรรมวิธีรอบที่ 3 ที่ 35, 40 และ 45 วัน พบว่า กลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารพบเพลี้ยไฟ 1.90-5.20, 1.43-3.95 และ 1.45-3.50 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟสูงขึ้น 8.15, 6.33 และ 6.03 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ กับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบว่า ที่ 35, 40 และ 45 วัน กลุ่มกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ พบจำนวนเพลี้ยไฟ 1.90-2.65, 1.43-2.45 และ 1.45-2.03 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรซึ่งพบเพลี้ยไฟ 5.20, 3.95 และ 3.50 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ โดยกรรมวิธีพ่นสารแบบหมุนเวียนฯ แบบที่ I พบเพลี้ยไฟน้อยที่สุด 1.90, 1.43 ละ 1.45 ตัว ตามลำดับ

หลังพ่นสารตามกรรมวิธีที่ 50 วัน พบว่า กลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารพบจำนวนเพลี้ยไฟในระดับต่ำ 0.68-1.43 ตัว/ช่อดอก น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟ 3.10 และ 5.43 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ

สารฆ่าแมลงที่ใช้ในระบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ในการทดลองนี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรเพลี้ยไฟในแปลงมะม่วงอยู่ในระดับต่ำได้ดี เนื่องจากผลการทดสอบในการทดลองนี้เมื่อพิจารณาแต่ละรอบที่มีการพ่นสารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนฯ พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในมะม่วง คือ spinetoram 12% SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6) โดยมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 70-80% นาน 3-10 วัน เมื่อนำมาพ่นหมุนเวียนกับสารซึ่งมีประสิทธิภาพปานกลางคือ chlorfenapyr 10%SC อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 13) cyantraniliprole 10% OD อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 28) emamectin benzoate 1.92% EC (กลุ่ม 6) acetamiprid 20% SP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร abamectin 1.8% EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6) ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 50-70 % นาน 3-5 วัน แม้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดค่อนข้างแปรปรวนขึ้นอยู่กับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในแต่ละแปลง แต่เมื่อนำมาสร้างรูปแบบในช่วงเวลาการพ่นที่เหมาะสม (5 วัน) ก็สามารถรักษาประชากรระดับเพลี้ยไฟให้อยู่ในระดับต่ำได้ดี สอดคล้องกับ ศรีจำนรรจ์ และคณะ (2562) ซึ่งรายงานว่ารูปแบบการหมุนเวียนกลุ่มฯ นอกจากการเลือกใช้สารกลุ่มต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงในการหมุนเวียนฯ แล้วสารที่มีประสิทธิภาพปานกลาง-ต่ำก็สามารถนำมาใช้ในระบบการหมุนเวียนได้ โดยต้องใช้ตามหลังกลุ่มสารที่มีประสิทธิภาพสูงในช่วงเวลาที่เหมาะสม

การใช้สารฆ่าแมลงโดยการหมุนเวียนฯ ทุกรูปแบบ มีประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรเพลี้ยไฟให้อยู่ในระดับต่ำตลอดช่วงการทดลอง ดีกว่าวิธีการพ่นสารของเกษตรกร (Table 5 และ 6) ซึ่งเมื่อพิจารณาวิธีการพ่นสารของเกษตรกรยังพบมีการพ่นสารอย่างไม่ถูกต้องตามหลักการหมุนเวียนโดยเลือกชนิดของสารฆ่าแมลงที่มีเป้าหมายในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์

เดียวกัน เช่น การใช้สาร emamectine benzoate และ abamectin ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม 6 เพื่อใช้ป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก หรือการใช้สารฆ่าแมลงต่างกลุ่มแต่มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกเหมือนกัน เช่น imidacloprid (กลุ่ม 4A) ผสมกับ profenofos (กลุ่ม 1B) หรือ acetamiprid (กลุ่ม 4A) ผสมกับ fipronil (กลุ่ม 2B) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ ซึ่งทำให้เกิดความสิ้นเปลืองเกินความจำเป็น และเป็นการหมุนเวียนกลุ่มสารตามกลไกการออกฤทธิ์ที่ไม่ถูกต้อง และเมื่อมองในระยะยาวการพ่นสารของเกษตรกรจะเป็นการเพิ่มความต้านทานขึ้นในอนาคต ซึ่งต่างจากรูปแบบการหมุนเวียนกลุ่มสารที่ถูกต้องตามรูปแบบที่ได้นำเสนอในการทดลองนี้จะช่วยชลอความต้านทานได้ดีกว่า สอดคล้องกับคำแนะนำของ Deuter (1989) Roush (1989) และ Roush and Daly (1990) วิธีการใช้สารแบบหมุนเวียน (pesticide rotation) โดยนำสารกำจัดศัตรูพืชชนิดต่างๆ ที่อยู่ต่างกลุ่มกันมาใช้ในแต่ละช่วงเวลา หรือในแต่ละหนึ่งช่วงอายุขัยของศัตรูพืช เป็นการแก้ไขปัญหาศัตรูพืชต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

<u>อาการเป็นพิษต่อมะม่วง (phytotoxicity)</u>

ทั้งสองแปลงทุกกรรมวิธีที่พ่นสารแบบหมุนเวียนฯ และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรไม่พบอาการเป็นพิษต่อใบอ่อน ช่อดอก และผลของมะม่วง

<u>ต้นทุนการพ่นสาร</u>

เมื่อพิจารณาต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน พบว่า วิธีการพ่นสารหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์รูปแบบที่ IV คือ ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟพริก พ่นสาร spinetoram 12 % SC (5) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย abamectin 1.8 %EC (6) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย lambda-cyhalothrin 2.5 %CS (3A) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง มีต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลงต่อรอบวงชีวิต 553.60 บาท/ครั้ง/ไร่ ต่ำกว่าวิธีพ่นสารของเกษตรกรที่มีต้นทุนการพ่นสาร 662.00 บาท/ไร่/รอบวงชีวิต รองลงมาคือวิธีการพ่นสารหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์รูปแบบที่ II ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟพริก พ่นสาร spinetoram 12 % SC (กลุ่ม 5) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย acetamiprid 20 %SP อัตรา 20 กรัม/น้ำ /20 ลิตร (กลุ่ม 4A) 3 ครั้ง ตามด้วย abamectin (กลุ่ม 6) 1.8% EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง มีต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลงต่อรอบวงชีวิต 664.00 บาท/ครั้ง/ไร่ ส่วนวิธีการพ่นสารหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์รูปแบบที่ I ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟพริก พ่นสาร spinetoram 12 % SC (กลุ่ม 5) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย abamectin 1.8% EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6) 3 ครั้ง ตามด้วย chlorfenapyr 10 %SC อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 13) 3 ครั้ง และแบบที่ III ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟ พ่นสาร spinetoram 12 % SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5) 3 ครั้ง/ ตามด้วย cyanitranilipole 10% OD อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 28) 3 ครั้ง / ตามด้วย lambda-cyhalothrin 2.5% CS อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 3A) 3 ครั้ง มีต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลงต่อรอบวงชีวิต 990.40 และ 1,135.60 บาท/ครั้ง/ไร่ ตามลำดับ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ผลการทดลองพบว่า สารที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วง คือ สารในกลุ่มกลไกการออกฤทธ์ที่ 6 spinetoram 12% SC อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร โดยมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 70-80% นาน 3-10 วัน รองลงมาคือสาร spinetoram 12% SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร chlorfenapyr 10%SC อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 13) cyantraniliprole 10% OD อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 28) emamectin benzoate 1.92% EC (กลุ่ม 6) acetamiprid 20% SP อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร abamectin 1.8% EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6) ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด 50-70 % นาน 3-5 วัน ซึ่งประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดค่อนข้างแปรปรวนขึ้นอยู่กับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในแต่ละแปลง

ผลการทดลองระบบหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดและชะลอปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วง พบว่า กรรมวิธีที่พ่นสารหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์รูปแบบที่ 1-4 สามารถรักษาระดับประชากรเพลี้ยไฟพริกให้อยู่ในระดับต่ำได้ดี ทั้งในปี 2562 และ 2564 ตลอดช่วงระยะแตกช่อดอก 0.35-6.24 และ 0.23-10.03 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบเพลี้ยไฟพริก 0.35-11.15 และ 0.40-12.20 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ และทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบเพลี้ยไฟพริก 0.35-11.15 และ 0.23-12.20 ตัว/ช่อดอก ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งพบเพลี้ยไฟ 1.30-15.58 และ 1.32-19.65 ตัว/ช่อดอก ซึ่งเมื่อนำมาออกแบบการพ่นสารแบบหมุนเวียนการออกฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก 4 รูปแบบ พบว่า ทุกรูปแบบการหมุนเวียนฯ มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีพ่นสารของเกษตรกร โดยที่รูปแบบการพ่นสารหมุนเวียนฯ แบบที่ IV คือ ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟพริก พ่นสาร spinetoram 12 % SC (5) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย abamectin 1.8 %EC (6) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย lambda-cyhalothrin 2.5 %CS (3A) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง มีต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลงต่อรอบวงชีวิตถูกที่สุด 553.60 บาท/ครั้ง/ไร่ ต่ำกว่าวิธีพ่นสารของเกษตรกรที่มีต้นทุนการพ่นสาร 662.00 บาท/ไร่/รอบวงชีวิต รองลงมา คือ รูปแบบที่ II ทุกรอบวงชีวิตเพลี้ยไฟพริก พ่นสาร spinetoram 12 % SC (กลุ่ม 5) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย acetamiprid 20 %SP อัตรา 20 กรัม/น้ำ /20 ลิตร (กลุ่ม 4A) 3 ครั้ง ตามด้วย abamectin (กลุ่ม 6) 1.8% EC อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง มีต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลงต่อรอบวงชีวิต 664.00 บาท/ครั้ง/ไร่ ใกล้เคียงกับวิธีพ่นสารของเกษตรกร การใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์แบบที่ IV และ II นี้ สามารถนำไปเป็นคำแนะนำให้เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งจะช่วยในการลดปัญหาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟพริกและมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่ทำลายมะม่วงในระยะยอดอ่อน ช่อดอก และผลอ่อน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปริมาณตามที่ตลาดต้องการ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของสวนม่วง อำเภอศรีประจันต์ และอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ที่อนุเคราะห์แปลงทดลอง คุณณิชาพร ฉ่ำประวิง คุณสุภัสสา ประคองสุข คุณวงษ์สยาม นิสสัย คุณภิญญาพัชญ์ ศิริวรรณ คุณนิตยา พรหมวงศ์ นักวิชาการเกษตร และคุณบุญลาภ คชบาง คนงานทดลองเกษตร ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และสมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2562. รูปแบบการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟเมล่อน (*Thripspalmi* Karny) ในกล้วยไม้สกุลหวาย. หน้า 94-107. ใน ผลงานวิจัยเรื่องเต็ม : Full paper.การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 14, 12-14 พฤศจิกายน 2562 โรงแรมดุสิตธานี หัวหิน อำเภอชะอำ จ.เพชรบุรี.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา และสมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2564. ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hoodที่ทำลายมะม่วง. *ใน* : ผลงานวิจัยประจำปี 2564 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 213 น.

Deuter, P.L. 1989. The development of an insecticide resistance strategy for the Lockyer Valley. Acta Horticulturae 247 : 55-62.

Henderson, C.F. and E.W. Tilton. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology 48: 157-161

Roush, R.T. 1989. Designing resistance management programs: How can you choose Pestic. Sci 26 : 423-441.

Roush, R.T. and J.C. Daly. 1990. The role of population genetics research in resistance research and management. pp. 97–152. *In* : Pesticide Resistance in Arthropods, ed. by Roush R.T. and Tabashnik B.E. Chapman and Hall, New York.

Table 1 Efficacy of insecticides for controlling chilli thrips; *Scirtothrips dorsalis* Hood on Mango orchard, Si prachan district, Suphanburi province, October-November 2018.

Treatment	Rate of appl. (g, ml/ 20 l of water)	No. of thrips/inflorescence[1/]						
		Before appl.	After Appl. 1st (days)			After Appl. 2nd (days)		
			3	5	7	3	5	7
fipronil 5%SC	30	16.21	8.51 cd	15.78 ab	14.85 ab	8.86 ab	13.02 a	18.25 ab
Lambda-cyhalothrin 2.5%CS	20	14.95	8.18 cd	12.81 ab	11.38 a	11.57 b	12.34 a	17.16 ab
imidacloprid 70%WG	15	17.36	6.42 abc	18.16 b	19.12 bc	12.13 b	12.72 a	19.64 b
acetamiprid 20%SP	20	24.51	7.12 bcd	18.97 b	11.23 a	9.44 b	13.33 a	16.15 ab
spinetoram 12% SC	10	16.66	4.71 ab	15.27 ab	14.00 ab	8.33 ab	9.73 a	14.97 ab
spinetoram 12% SC	20	15.87	3.99 a	9.54 a	10.56 a	5.03 a	10.06 a	13.98 a
abamectin 1.8 %EC	50	25.49	9.45 cd	17.52 b	11.07 a	10.10 b	13.16 a	15.19 ab
emamectin benzoate 1.92%EC	30	14.29	6.55 abc	15.79 ab	10.65 a	8.24 ab	11.71 a	16.18 ab
cyanitranilipole 10% OD	40	17.49	9.88 cd	13.31 ab	15.07 ab	11.09 b	12.61 a	17.39 ab
chlorfenapyr 10%SC	30	23.11	11.28 d	17.99 b	13.74 ab	10.39 b	11.48 a	16.62 ab
untreated	-	26.01	23.15 e	29.91 c	25.14 c	24.15 c	21.92 b	27.42 c
C.V.(%)		38.7	26.9	27.6	20.3	30.9	16.2	14.3
RE. (%)[2/]		-	-	-	-	73.7	86.6	74.2

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

[2/] Relative efficiency

Table 2 Efficacy percentage of insecticides for controlling chilli thrips; *Scirtothrips dorsalis* Hood on Mango orchard, Si prachan district, Suphanburi province, October-November 2018.

Treatment	Rate of appl. (g, ml/ 20 lof water)	%Control					
		After Appl. 1st (days)			After Appl. 2nd (days)		
		3	5	7	3	5	7
fipronil 5%SC	30	41	15	5	41	5	-7
Lambda-cyhalothrin 2.5%CS	20	39	25	21	17	2	-9
imidacloprid 70%WG	15	58	9	-14	25	13	-7
acetamiprid 20%SP	20	67	33	53	59	35	38
spinetoram 12% SC	10	68	20	13	46	31	14
spinetoram 12% SC	20	75	48	31	66	25	16
abamectin 1.8 %EC	50	58	40	55	57	39	43
emamectin benzoate 1.92%EC	30	49	4	23	38	3	-7
cyanitranilipole 10% OD	40	37	34	11	32	14	6
chlorfenapyr 10%SC	30	45	32	39	52	41	32

Table 3 Efficacy of insecticides for controlling chilli thrips; *Scirtothrips dorsalis* Hood on Mango orchard, Samchok district, Suphanburi province, October-November 2018.

Treatment	Rate of appl. (g, ml/ 20 l of water)	Before appl.	No. of thrips/inflorescence[1/]								
			After Appl. 1st (days)			After Appl. 2nd (days)					
			3	5	7	3	5	7	10	12	14
fipronil 5%SC	30	8.86	6.42d	8.28cd	12.81abc	7.58bc	9.30b	9.90b	11.02bc	13.02b	10.99b
Lambda-cyhalothrin 2.5%CS	20	9.59	6.84d	9.23d	14.78c	6.60bc	9.78b	9.03b	9.03abc	12.33b	9.79ab
imidacloprid 70%WG	15	9.47	4.64bcd	7.08cd	12.53abc	7.01bc	8.56b	8.68b	12.21c	13.05b	11.68b
acetamiprid 20%SP	20	10.73	5.55cd	7.32cd	14.31bc	7.14bc	8.80b	8.54b	10.63bc	12.07b	10.15b
spinetoram 12% SC	10	10.31	3.59ab	4.95ab	9.79a	7.12bc	7.59ab	6.30ab	10.66bc	10.33ab	9.60ab
spinetoram 12% SC	20	10.23	2.50a	4.21a	9.06a	4.48a	5.98a	5.09a	6.84a	8.27a	8.17a
abamectin 1.8 %EC	50	10.26	4.58bcd	6.37bc	11.66abc	8.32c	9.82b	9.21b	8.40ab	11.32ab	11.01b
emamectin benzoate 1.92%EC	30	9.73	6.50d	7.23cd	10.67abc	7.35bc	8.41b	8.02b	10.18bc	10.89ab	10.34b
cyanitranilipole 10% OD	40	10.99	4.13bc	8.81cd	10.07ab	5.93b	8.56b	9.37b	9.20abc	10.84ab	11.70b
chlorfenapyr 10%SC	30	10.70	5.74cd	8.04cd	12.58abc	5.97b	7.91ab	9.19b	10.36bc	11.48ab	10.69b
untreated	-	10.87	21.16e	21.69e	22.86d	23.86d	22.83c	22.29c	25.91d	26.54c	22.77c
C.V.(%)		19.0	18.6	16.6	18.2	20.2	14.4	19.5	16.8	18.5	10.0
RE. (%)[2/]		-	-	-	-	77.3	74.7	75.9	74.7	74.8	75.7

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

[2/] Relative efficiency

Table 4 Efficacy percentage of insecticides for controlling chilli thrips; *Scirtothrips dorsalis* Hood on Mango orchard, Samchok district, Suphanburi province, October-November 2018.

Treatment	Rate of appl. (g, ml/ 20 l of water)	No. of thrips/inflorescence								
		After Appl. 1st (days)			After Appl. 2nd (days)					
		3	5	7	3	5	7	10	12	14
fipronil 5%SC	30	63	52	31	61	50	46	48	40	41
Lambda-cyhalothrin 2.5%CS	20	63	52	27	69	52	54	61	47	51
imidacloprid 70%WG	15	75	63	37	66	57	55	46	44	41
acetamiprid 20%SP	20	73	66	37	70	61	61	58	54	55
spinetoram 12% SC	10	72	76	55	69	65	70	57	59	55
spinetoram 12% SC	20	87	79	58	80	72	76	72	67	62
abamectin 1.8 %EC	50	77	69	46	63	54	56	66	55	49
emamectin benzoate 1.92%EC	30	66	63	48	66	59	60	56	54	49
cyanitranilipole 10% OD	40	81	67	56	75	63	58	65	60	49
chlorfenapyr 10%SC	30	72	62	44	75	65	58	59	56	52

Table 5 Effecacy of insecticide rotation patterns for controlling chilli thrips ; *Scirtothrips dorsalis* Hood in inflorescence stage on mango, Sri Prachan district, Nakhon Supanburi province, September-November 2019.

Treatment	Rate of appl. (g, ml/ 20 l of water)	No. of thrips/ inflorescence					
		Before appl.	After 1st (days)				
			5	10	15	20	25
I. spine- spine - spine /aba – aba- aba /chlorfe - chlorfe- chlorfe	20-20-20/50-50-50/ 30-30-30	0.50 a	0.55 b	0.35 a	0.70 a	0.43 a	1.05 bc
II. spine- spine - spine / aceta- aceta- aceta/ aba – aba- aba	20-20-20/20-20-20/ 50-50-50	0.68 ab	0.63 b	0.43 a	0.95 a	0.35 a	0.63 a
III. spine- spine - spine /cyan- cyan- cyan-/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/40-40-40/ 20-20-20	0.65 ab	0.55 b	0.50 a	0.83 a	0.38 a	0.83 ab
IV. spine- spine - spine /aba-aba-aba/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/50-50-50/ 20-20-20	0.50 a	0.35 a	0.35 a	0.88 a	0.48 a	1.33 c
Farmer practice (ema benz+aba - ema benz+aba – ema benz+aba / imida+profe - imida+profe- imida +profe / aceta+fipro - aceta+fipro- aceta+fipro	12+30 - 12+30 -12+30 / 12+30 -12+30 -12+30 / 12+40-12+40-12+40	0.58 ab	0.63 b	0.35 a	1.80 b	0.93 b	1.33 c
Untreated	-	0.85 b	1.30 c	2.40 b	3.28 c	2.60 c	3.95 d
C.V. (%)		28.8	18.2	29.6	28.7	17.1	15.7
R.E.(%) 2/		-	82.3	42.8	23.8	36.8	11.7
Rotate patterns VS Farmer practice		-	ns	ns	**	**	*
Untreated VS Treated		-	**	**	**	**	**

1/ In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT 2/ Relative efficiency

* indicates statistical difference by F-Test (p<0.05) ** indicates highly statistical difference by F-Test (p<0.01) ns indicates non-significance by F-Test (p>0.05)

spine = spinetoram, cyan = cyantraniliprole, ema benz = emamectin benzoate, fipro = fipronil, chlorfe = chlorfenapyr, aba = abamectin, aceta = acetamyprid, imida = imidacloprid

lambda = lambda-cyhalothrin, fipro = fopronil, profe = prefenofos

Table 5 Effecacy of insecticide rotation patterns for controlling chilli thrips ; *Scirtothrips dorsalis* Hood in inflorescence stage on mango, Sri Prachan district, Nakhon Supanburi province, September-November 2019. (continue)

Treatment	Rate of appl. (g, ml/ 20 lof water)	No. of thrips/ inflorescence				
		After 1st (days)				
		30	35	40	45	50
I. spine- spine - spine /aba – aba- aba /chlorfe - chlorfe- chlorfe	20-20-20/50-50-50/ 30-30-30	1.58 a	4.10 ab	1.75 a	5.50 a	3.95 a
II. spine- spine - spine / aceta- aceta- aceta/ aba – aba- aba	20-20-20/20-20-20/ 50-50-50	2.03 ab	3.03 a	1.75 a	5.60 a	4.54 a
III. spine- spine - spine /cyan- cyan- cyan-/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/40-40-40/ 20-20-20	2.28 bc	5.13 ab	1.73 a	6.23 a	3.61 a
IV. spine- spine - spine /aba-aba-aba/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/50-50-50/ 20-20-20	2.18 bc	3.28 a	1.80 a	5.45 a	6.24 a
Farmer practice (ema benz+aba - ema benz+aba – ema benz+aba / imida+profe - imida+profe- imida +profe / aceta+fipro - aceta+fipro- aceta+fipro	12+30 - 12+30 -12+30 / 12+30 - 12+30 -12+30 / 12+40-12+40-12+40	2.70 c	7.18 b	2.35 b	6.75 a	11.15 b
Untreated	-	4.63 d	11.55 c	4.43 c	14.33 b	15.58 b
C.V. (%)		13.2	35.8	11.4	32.5	34.7
R.E.(%) 2/		13.6	27.9	52.3	24.0	69.0
Rotate patterns VS Farmer practice		**	*	**	ns	**
Untreated VS Treated		**	**	**	**	**

1/ In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT 2/ Relative efficiency

* indicates statistical difference by F-Test (p<0.05) ** indicates highly statistical difference by F-Test (p<0.01) ns indicates non-significance by F-Test (p>0.05)

spine = spinetoram, cyan = cyantraniliprole, ema benz = emamectin benzoate, fipro = fipronil, chlorfe = chlorfenapyr, aba = abamectin, aceta = acetamyprid, imida = imidacloprid lambda = lambda-cyhalothrin, fipro = fopronil, profe = prefenofos

Table 6 Effecacy of insecticide rotation patterns for controlling chilli thrips ; *Scirtothrips dorsalis* Hood in inflorescence stage on mango, Sri Prachan district, Nakhon Supanburi province, March-April 2021.

Treatment	Rate of appl. (g, ml/ 20 l of water)	No. of thrips/ inflorescence					
		Before appl.	After 1st (days)				
			5	10	15	20	25
I. spine- spine - spine /aba – aba- aba /chlorfe - chlorfe- chlorfe	20-20-20/50-50-50/ 30-30-30	0.97	0.42 a	0.30 a	0.33 a	0.78 a	1.15 a
II. spine- spine - spine / aceta- aceta- aceta/ aba – aba- aba	20-20-20/20-20-20/ 50-50-50	0.65	0.23 a	0.48 a	0.25 a	1.48 ab	1.45 a
III. spine- spine - spine /cyan- cyan- cyan-/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/40-40-40/ 20-20-20	0.88	0.40 a	0.38 a	0.48 a	1.30 ab	0.88 a
IV. spine- spine - spine /aba-aba-aba/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/50-50-50/ 20-20-20	0.80	0.38 a	0.28 a	0.35 a	0.95 a	0.60 a
Farmer practice (ema benz+aba - ema benz+aba – ema benz+aba / imida+profe - imida+profe- imida +profe / aceta+fipro - aceta+fipro- aceta+fipro	12+30 - 12+30 -12+30 / 12+30 - 12+30 -12+30 / 12+40-12+40-12+40	1.13	0.40 a	0.48 a	0.45 a	2.00 b	1.50 a
Untreated	-	1.32	2.33 b	2.75 b	3.00 b	5.13 c	5.48 b
C.V. (%)	-	36.3	28.4	20.9	45.1	25.8	37.4
R.E.(%) 2/	-	-	88.0	30.1	19.3	37.7	42.7
Rotate patterns VS Farmer practice	-	-	ns	ns	ns	**	ns
Untreated VS Treated	-	-	**	**	**	**	**

1/ In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT 2/ Relative efficiency

* indicates statistical difference by F-Test (p<0.05) ** indicates highly statistical difference by F-Test (p<0.01) ns indicates non-significance by F-Test (p>0.05)

spine = spinetoram, cyan = cyantraniliprole, ema benz = emamectin benzoate, fipro = fipronil, chlorfe = chlorfenapyr, aba = abamectin, aceta = acetamyprid, imida = imidacloprid

lambda = lambda-cyhalothrin, fipro = fopronil, profe = prefenofos

Table 6 Effecacy of insecticide rotation patterns for controlling chilli thrips ; *Scirtothrips dorsalis* Hood in inflorescence stage on mango, Sri Prachan district, Nakhon Supanburi province, March-April 2021. (continue)

Treatment	Rate of appl. (g, ml/ 20 l of water)	No. of thrips/ inflorescence After 1st (days)				
		30	35	40	45	50
I. spine- spine - spine /aba – aba- aba /chlorfe - chlorfe- chlorfe	20-20-20/50-50-50/ 30-30-30	10.03 ab	1.90 a	1.43 a	1.45 a	0.68 a
II. spine- spine - spine / aceta- aceta- aceta/ aba – aba- aba	20-20-20/20-20-20/ 50-50-50	6.28 a	2.25 a	1.80 ab	1.95 ab	1.08 b
III. spine- spine - spine /cyan- cyan- cyan-/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/40-40-40/ 20-20-20	6.60 a	2.65 a	2.45 b	2.03 b	1.43 b
IV. spine- spine - spine /aba-aba-aba/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/50-50-50/ 20-20-20	7.25 a	2.53 a	2.03 ab	1.70 ab	1.08 b
Farmer practice (ema benz+aba - ema benz+aba – ema benz+aba / imida+profe - imida+profe- imida +profe / aceta+fipro - aceta+fipro- aceta+fipro	12+30 - 12+30 -12+30 / 12+30 -12+30 - 12+30 / 12+40-12+40-12+40	12.20 bc	5.20 b	3.95 c	3.50 c	3.10 c
Untreated	-	19.65 c	8.15 c	6.33 d	6.03 d	5.43 d
C.V. (%)		30.0	21.2	16.3	13.0	15.3
R.E.(%) 2/		55.9	67.0	37.7	35.6	25.3
Rotate patterns VS Farmer practice		*	**	**	**	**
Untreated VS Treated		**	**	**	**	**

1/ In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT 2/ Relative efficiency

* indicates statistical difference by F-Test (p<0.05) ** indicates highly statistical difference by F-Test (p<0.01) ns indicates non-significance by F-Test (p>0.05)

spine = spinetoram, cyan = cyantraniliprole, ema benz = emamectin benzoate, fipro = fipronil, chlorfe = chlorfenapyr, aba = abamectin, aceta = acetamyprid, imida = imidacloprid

lambda = lambda-cyhalothrin fipro = fopronil , profe = prefenofos

Table 7 Comparison among cost of insecticides in all rotation patterns and farmer practice for controlling population of chilli thrips ; *Scirtothrips dorsalis* Hood on mango.

Insecticide rotation pattern	Rate of insecticide application (ml./20 liters of water)	Cost[1/] (baht/ral[2/])	Average cost/ life cycle[3/] (baht/time/rai[2/])
I. spine- spine - spine /aba – aba- aba /chlorfe - chlorfe- chlorfe	20-20-20/50-50-50/ 30-30-30	2,971.20	990.40
II. spine- spine - spine / aceta- aceta- aceta/ aba – aba- aba	20-20-20/20-20-20/ 50-50-50	1,992.00	664.00
III. spine- spine - spine /cyan- cyan- cyan-/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/40-40-40/ 20-20-20	3,406.80	1,135.60
IV. spine- spine - spine /aba-aba- aba/ lambda- lambda- lambda	20-20-20/50-50-50/ 20-20-20	1,660.80	553.60
Farmer practice (ema benz+aba - ema benz+aba – ema benz+aba / imida+profe - imida+profe- imida +profe / aceta+fipro - aceta+fipro- aceta+fipro	12+30 - 12+30 -12+30 / 12+30 -12+30 -12+30 / 12+40-12+40-12+40	1,986.00	662.00

[1/]price of product on Febuary 2021

[2/] spray volume: 80 liters/rai (80 tree/rai)

[3/] average cost per life cycle of chilli thrips 14 day

spine = spinetoram, cyan = cyantraniliprole, ema benz = emamectin benzoate, fipro = fipronil, chlorfe = chlorfenapyr, aba = abamectin, aceta = acetamyprid, imida = imidacloprid

lambda = lambda-cyhalothrin, profe = profenofos

สถานการณ์และการจัดการหญ้าตีนกา (*Eleusine indica*) ต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม Aryloxyphenoxypropionates ในแหล่งปลูกผักของประเทศไทย

Situation and Management of Goose grass (*Eleusine indica*) Resistance to Aryloxyphenoxypropionate herbicides in Vegetable Field

จรัญญา ปิ่นสุภา[1/] เทอดพงษ์ มหาวงศ์[2/] เอกรัตน์ ธนูทอง[2/]
อุษณีย์ จินดากุล[2/] ปรัชญา เอกฐิน[2/]
[1/]กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชและพืชทดแทนพลังงาน
[2/]กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Goosegrass [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.] becomes a problematic weed in many cropping systems and some goosegrass populations have been reported to be resistant to Aryloxyphenoxypropionate (APPs), which control a narrow leaf and there is mode of action inhibition of Acetyl CoA Carboxylase (ACCs). This study aimed to study whether goosegrass developed resistance to herbicides in a group of APPs. The seeds of goosegrass were randomly collected from 100 vegetable fields in Central, Northern and Northeastern Regions of Thailand in 2018, to evaluate resistant level to herbicides in a group of APPs, five herbicides including fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop, and quizalofop-P-tefuryl. The study was implemented in the greenhouse of the Weed Science group from January to October, 2019. The results were revealed that some goosegrass populations resistant to all five tested APPs. There were 77% of populations resistant to fenoxaprop-P-ethyl followed by fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop, and quizalofop-P-terfuryl at 27%, 26%, 25% and 23%, respectively. When divided by region, the resistant populations were found greater in the central region than those in the north and the northeast regions. After that, 2 resistant populations (P26 and P58) were selected to compare their response to fluazifop-

รหัสการทดลอง 03-29-60-01-01-00-14-62

P-butyl with the susceptible population at different concentrations. The GR_{50} values for fluazifop-P-butyl in resistant populations (GR_{50} of P58=133.85 ± 38.45 and GR_{50} of P26=146.42 ± 53.07) were 3,661 and 3,346 times of the susceptible population which the GR_{50}=0.036 ± 0.038. In the long term, if the resistant populations of goosegrass have been widely spread, vegetable farmers will not be able to use herbicides among the APPs to control goosegrass. Therefore, the efficacy of herbicides with different mechanisms of action was tested. To test whether it is effective to control goosegrass that are resistant to APPs by test including pre-emergence and post-emergence herbicides in the greenhouse of the Weed Science group from January to Septembe, 2020. The results were revealed that pre-emergence herbicides; butachlor, S-metolachlor, alachlor, oxyfluorfen and post-emergence herbicides; topramezone, there are the good control efficiency APPs resistant goosegrass and did not affect the growth of kale. Those herbicides were examined in two farmer's kale field which a history of APPs group herbicides resistance goosegrass in Muang District, Phetchaburi Province from October 2020 to May 2021. The experiment was designed as RCB with 3 replication and 7 treatments namely butachlor, alachlor, s-metolachlor, oxyfluorfen, propanil, and topramezone at the application rates of 240, 312, 96, 35.25, 320 and 6.72 g ai/rai respectively. They were compared with fluazifop-P-butyl at 36 g ai/rai and non-treated control. The results indicated that butachlor, alachlor, s-metolachlor, and topramezone provided good control of goosegrass populations to resistant aryloxyphenoxy-propionate herbicides and did not affect the growth of kale, and the yield of kale did not result in any significant difference compared with hand weeding. Those herbicides can be used as a recommendation for farmers to grow vegetables to solve the problem of herbicide resistance in the future

Keywords : Goosegrass, weed control, vegetable crops, herbicide resistant weed, aryloxyphenoxypropionate herbicides

บทคัดย่อ

หญ้าตีนกา [(*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)] เป็นวัชพืชที่เป็นปัญหาในพืชปลูกหลายชนิด และมีรายงานว่าเกิดความต้านทานต่อสารในกลุ่ม Aryloxyphenoxypropionates (APPs) ซึ่งกำจัดเฉพาะวัชพืชใบแคบ และมีกลไกออกฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ Acetyl-CoA Carboxylase

(ACCase) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าหญ้าตีนกาพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ชนิดใดบ้าง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดหญ้าตีนกา ในปี 2561 จากแหล่งปลูกผักในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 100 ประชากร เพื่อศึกษาระดับความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop และ quizalofop-P-tefuryl ในสภาพเรือนทดลอง กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ผลการศึกษา พบว่า หญ้าตีนกา พัฒนาความต้านทานต่อสารทั้ง 5 ชนิดในกลุ่ม APPs โดยต้านทานต่อ สาร fenoxaprop-P-ethyl มากที่สุดคิดเป็น 77% ของประชากรทั้งหมด และ ต้านทานต่อสาร fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop, และ quizalofop-P-terfuryl คิดเป็น 27%, 26%, 25% และ 23% ของประชากรทั้งหมด ตามลำดับ เมื่อแยกเป็นรายภาค พบว่าเขตพื้นที่ภาคกลาง มีโอกาสพบประชากรหญ้าตีนกาต้านทาน มากกว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หลังจากนั้นได้คัดเลือก 2 ประชากรต้านทาน (P26 และ P58) เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl กับประชากรอ่อนแอ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่า ค่า GR_{50} ของสาร fluazifop-P-butyl ในประชากรหญ้าตีนกาต้านทาน (GR_{50} of P58=133.85 $\pm$ 38.45 และ GR_{50} of P26=146.42 $\pm$ 53.07) คิดเป็น 3,661และ 3,346 เท่า ของประชากรอ่อนแอ ซึ่งมีค่า GR_{50} = 0.036 $\pm$ 0.038 ในระยะยาว หากมีการกระจายพันธุ์ของประชากรต้านทาน เกษตรกรปลูกผักจะไม่สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs กำจัดหญ้าตีนกาได้ ดังนั้น จึงได้ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชที่มีกลไกออกฤทธิ์ต่างกัน มาทดสอบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชหญ้าตีนกาต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs หรือไม่ โดยนำสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence herbicides) และพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicides) มาทดสอบในสภาพเรือนทดลอง ระหว่างเดือนมกราคม–กันยายน พ.ศ.2563 ผลการทดลองพบว่า สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก butachlor, s-metolachlor, alachlor และ oxyfluorfen และสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก topramezone มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชหญ้าตีนกาต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs ได้ดี และไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตต่อต้นคะน้า จึงนำสารเหล่านั้นมาทดสอบในสภาพแปลงคะน้าที่มีประวัติการต้านทานสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs จำนวน 2 แปลง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 - เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ประกอบด้วยสาร

กำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, S-metolachlor, oxyfluorfen และ topramezone อัตรา 240, 312, 96, 35.25 และ 6.72 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl อัตรา 36 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ทั้ง 2 แปลง ให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน พบว่า butachlor, alachlor และ S-metolachlor ซึ่งใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก และ topramezone ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชหญ้าตีนกาต้านทานสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ได้ดี ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตต่อคะน้า และให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการใช้แรงงาน สามารถใช้เป็นคำแนะนำให้เกษตรกรปลูกผักเพื่อแก้ปัญหาหญ้าตีนกาต้านทานสารกำจัดวัชพืชได้ในอนาคต

คำหลัก : หญ้าตีนกา การควบคุมวัชพืช พืชผัก วัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม aryloxyphenoxypropionate

คำนำ

การจัดการวัชพืชในพืชปลูกโดยส่วนใหญ่ เกษตรกรจะควบคุมวัชพืชโดยใช้สารกำจัดวัชพืช เนื่องจากเป็นวิธีการที่เห็นผลได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ประกอบกับการขาดแคลนแรงงานและหายาก จึงทำให้เกษตรกรนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชควบคุมวัชพืชในพืชปลูกอย่างแพร่หลาย (รังสิต, 2547; Vargas *et al*., 2013) โดยเฉพาะในแปลงปลูกผัก เช่น คะน้า ผักชี หอมใหญ่ หอมแดง พริก เป็นต้น เกษตรกรนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Aryloxyphenoxypropionates (APPs) ได้แก่ fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop และ quizalofop-P-tefuryl ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทใบแคบ วงศ์หญ้า เช่น หญ้านกสีชมพู [*Echinochloa colona* (L.) Link], หญ้าตีนนก [*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler], หญ้าปากควาย [*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.], หญ้าตีนติด [*Brachiaria reptans* (L.) C.A.Gardner & C.E.Hubb.] และหญ้าตีนกา [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.] เป็นต้น พ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicides) มีจำนวนใบ 3-5 ใบ โดยใช้หลังจากปลูกพืช 15-20 วัน ซึ่งมีการแนะนำให้เกษตรกรใช้มานานกว่า 10 ปี (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) คุณสมบัติของสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs มีกลไกเข้าทำลายพืชโดยไปยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ acetyl-CoA Carboxylase (ACCase) ที่สังเคราะห์ไขมันในคลอโรพลาสต์ของพืชวงศ์หญ้า จึงมีคุณสมบัติเลือกทำลายเฉพาะวัชพืชวงศ์หญ้า ไม่ทำลายวัชพืชประเภทใบกว้างและกก จึงไม่เป็นพิษต่อผักที่เป็นพืชปลูกใบกว้าง เมื่อสารเข้าสู่ต้นพืชโดยผ่านทางใบสามารถเคลื่อนย้าย (translocation) ได้ทั่วต้นพืชทั้ง

ในท่อลำเลียงน้ำ (xylem) และท่อลำเลียงอาหาร (phloem) โดยเคลื่อนที่ในท่อลำเลียงอาหารเป็นหลักและไปสะสมที่เนื้อเยื่อเจริญ เช่น ยอดอ่อน ตาข้าง และปลายราก ส่งผลให้พืชชะงักการเจริญเติบโต อาการที่วัชพืชได้รับพิษ ได้แก่ ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (chlorosis) ยอดอ่อนหลุดจากปล้อง (growing point separation) โคนยอดอ่อนไหม้เป็นเนื้อเยื่อตาย (decayed tissue at the base) และใบเหี่ยวแห้งตาย (necrosis) ภายใน 1-2 สัปดาห์ (รังสิต, 2547; ศุภธิดา และคณะ, 2555; Cocker *et al.,* 2000; Shaner, 2014) อย่างไรก็ตามการใช้สารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ซ้ำๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชได้ จากการรายงานในหลายประเทศพบว่า มีวัชพืชหลายชนิดที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs เช่น black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) ต้านทานต่อสาร diclofop-methyl, fenoxaprop-ethyl, และ fluazifop-P-butyl, (Hall et al, 1997), johnsongrass [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] ต้านทานต่อสาร quizalofop-ethyl (Bradley *et al.,* 2001), หญ้าดอกขาว [*Leptochloa chinensis* (L.) Nees] ต้านทานต่อสาร fenoxaprop-P-ethyl, cyhalofop-butyl และ quizalofop-P-tefuryl (Maneechote et al, 2005) littleseed canary grass (*Phalaris minor* Retz.) ต้านทานต่อสาร fenoxaprop-P-ethyl (Abbas *et al*, 2016), annual blue grass (*Poa annua* L.) ต้านทานต่อสาร haloxyfop (Ghanizadeh *et al*, 2020.), wild oat (*Avena fatua* L.) ต้านทานต่อสาร propaquizafop (Bhaskar et al, 2020), หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) ต้านทานต่อสาร fenoxaprop-P-ethyl (Hamza et al. 2012) และ หญ้าตีนกา [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.] ต้านทานต่อสาร diclofop-methyl, fenoxaprop, และ fluazifop (Mccullough *et al*. 2016)

หญ้าตีนกา เป็นวัชพืชปีเดียวที่ก่อให้เกิดปัญหาในพืชปลูกหลายชนิด เช่น พืชไร่ พืชผัก ไม้ผล และไม้ยืนต้น รวมทั้งพื้นที่สนามกอล์ฟ (Zhang 2003; Mccullough et al. 2016; Breeden *et al.* 2017; Mclroy *et al* 2017; Wang et al 2017; Chen *et al* 2020) เนื่องจากสามารถขึ้นได้ในสภาพพื้นที่ที่หลากหลาย และเป็นวัชพืช C_4 ซึ่งจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงมากในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง มีโอกาสแก่งแย่งแข่งขันปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูกหลัก (Chauhan and Johnson, 2008) หากปล่อยให้หญ้าตีนกามีการผลิตเมล็ด สามารถผลิตเมล็ดได้สูงถึง 120,000 เมล็ดต่อต้น (Takano *et al,* 2016) ซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อพืชผัก เนื่องจากเป็นพืชอายุสั้น หากวัชพืชขึ้นแข่งขันตั้งแต่ระยะแรกจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตมากกว่า 50% จากการทดลองของภัทร์พิชชา และคณะ (2560) พบว่าหากไม่กำจัดวัชพืชจะทำให้ผลผลิตของคะน้าลดลง 85%

ในช่วงเวลา 5-6 ปี ที่ผ่านมา ได้รับทราบจากเกษตรกรว่าสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs ไม่สามารถควบคุมวัชพืชหญ้าตีนกา ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเพื่อกำจัดหญ้าตีนกาโดยใช้

แรงงานคน ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น และก่อให้เกิดปัญหาในฤดูถัดไป การศึกษางานวิจัยนี้เป็นการสำรวจและประเมินระดับความต้านทานของการเกิดวัชพืชหญ้าตีนกาต้านทานสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ในพื้นที่ปลูกผักที่สำคัญของประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการวัชพืชหญ้าตีนกาที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs ลดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืช และประกอบกับการศึกษางานทางด้านการต้านทานของวัชพืชประเทศไทย ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ส่งผลให้มีปัญหาการแพร่กระจายของวัชพืชในแปลงปลูกต่อเนื่อง ดังนั้นการตรวจสอบการต้านทานของวัชพืชเป็นกระบวนการที่สำคัญเบื้องต้นที่จะช่วยเฝ้าติดตามการเกิดวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชเฉพาะกลุ่มและประเมินความเสียหายที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้เกษตรกรมีความเข้าใจ และสามารถวางแผนจัดการวัชพืชต้านทาน รวมถึงป้องกันการต้านทานของวัชพืชต่อสารกำจัดวัชพืชที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

การป้องกันการเกิดวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืช (Prevention of herbicide resistance) ในพื้นที่ที่ยังไม่มีการเกิดวัชพืชต้านทานสาร ควรที่จะมีการจัดการวัชพืชแบบผสมผสาน เช่น การใช้วิธีเขตกรรม เครื่องจักรกล และการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกัน เป็นต้น เพื่อลดการใช้สารกำจัดวัชพืช และยังเป็นการชะลอการเกิดวัชพืชต้านทาน หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องใช้สารกำจัดวัชพืช ไม่ควรใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดียวซ้ำกันเป็นเวลานาน ควรที่จะใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการออกฤทธิ์ต่างกลุ่ม และมีการใช้สารกำจัดวัชพืชหมุนเวียนชนิดสาร หรือมีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบผสม (tank mixing) (Beckie *et al*. 2006; Beckie and Reboud. 2009) นอกจากนั้นการป้องกันไม่ให้เมล็ดวัชพืชที่มีความต้านสารกำจัดวัชพืชปะปนไปกับเมล็ดพืชปลูก รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องมือในการปลูกพืช เป็นการป้องกันการกระจายเมล็ดวัชพืชต้านทานไม่ให้ไปแพร่กระจายในพื้นที่ปลูกพืชอื่นๆ (Thill and Mallory-Smith, 1997)

หากเกิดวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชในแปลงแล้ว สามารถกำจัดโดยการเปลี่ยนสารกำจัดวัชพืช หรือการควบคุมเมล็ดวัชพืชต้านทานในดิน โดยการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence herbicides) สามารถลดจำนวนเมล็ดวัชพืชต้านทานที่สะสมอยู่ในดินได้ Valverde *et al*. (2021) รายงานว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกและประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกในระยะแรก (early-post emergence herbicides) ในระบบการปลูกถั่วเหลืองโดยไม่ไถเตรียมดิน สามารถลดปริมาณเมล็ดวัชพืชในดินและเมล็ดวัชพืชที่ต้านทานสารกลุ่มยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ ALS (Acetolactate synthase) นอกจากนั้นการไถพรวนดินสามารถลดจำนวนเมล็ดวัชพืชในดินได้ โดยไปกระตุ้นการงอกของเมล็ดวัชพืช (Buhler *et al*, 1997; Boutsalis and Powles, 1998) ดังนั้นเกษตรกรสามารถไถพรวนให้เมล็ดวัชพืชต้านทานงอกหลังจากนั้นทำลายโดยการใช้เครื่องจักรกล หรือการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicides) การจัดการวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืช ในระยะยาวนั้นสามารถทำได้โดยอาศัยความรู้ด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยาของวัชพืช กลไกการออกฤทธิ์และกลไกการ

ต้านทานสารกำจัดวัชพืช เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนในการจัดการวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชให้เหมาะสม (Jason *et al.* 2012)

วิธีดำเนินการ

การสำรวจและเก็บเมล็ดหญ้าตีนกา

สำรวจและเก็บเมล็ดหญ้าตีนกาที่พบแพร่กระจายในพื้นที่ปลูกผัก วางแผนสำรวจ 100 แปลง ในปี พ.ศ. 2561 ในพื้นที่จังหวัดที่พบรายงานปริมาณการผลิตผักสูง สำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560) เขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการสุ่มเก็บเมล็ดหญ้าตีนกาในแปลงผักไม่ได้มีการระบุพิกัดพื้นที่ล่วงหน้า และคณะผู้วิจัยไม่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับประวัติการใช้สารกำจัดวัชพืชในพื้นที่ในระหว่างที่เก็บเมล็ด ตลอดจนไม่ทราบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการต้านทานสารกำจัดวัชพืชในหญ้าตีนกาในพื้นที่

การเก็บเมล็ดในแต่ละพื้นที่ทำโดยอ้างอิงวิธีการของ European Herbicide Resistance Committee (2017) โดยเลือกแปลงที่พบการแพร่กระจายของหญ้าตีนกาอย่างน้อย 20% เพื่อให้ได้จำนวนเมล็ดหญ้าตีนกาที่เพียงพอต่อการทดสอบ เดินสุ่มเก็บเมล็ดหญ้าตีนกาในแนวเส้นทแยงมุมจำนวน 5 จุด ให้ได้จำนวนเมล็ดรวมกันประมาณ 200 กรัม บันทึกชนิดพืชปลูกและพิกัดตำแหน่งแปลง หลังจากนั้นนำเมล็ดหญ้าตีนกาในแต่ละพื้นที่มาตากแดดประมาณ 7 วัน ในเรือนทดลอง (อุณหภูมิ 33/27 C° กลางวัน/กลางคืน) และนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 4 เดือน เพื่อให้พ้นระยะการพักตัวของเมล็ด

ระดับความต้านทานของวัชพืชหญ้าตีนกา

ดำเนินการทดลองระหว่างมกราคม - ตุลาคม พ.ศ. 2562 ในเรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร โดยนำเมล็ดหญ้าตีนกาจำนวน 50 เมล็ดของแต่ละประชากรทั้งหมด 100 ประชากร เพาะในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว 5 ซ้ำ หลังจากหญ้าตีนกามีจำนวนใบ 2 ใบ ถอนแยกให้เหลือ 20 ต้น ต่อกระถาง ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ เมื่อหญ้าตีนกามีระยะ 3-5 ใบ ทำการพ่นด้วยสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ตามอัตราคำแนะนำ ได้แก่ fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop, และ quizalofop-P-tefuryl อัตรา 22.08, 36, 21.6, 15, และ 12.8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ตามลำดับ โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบถังโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบรูปพัด ปริมาณน้ำที่ใช้ 80 ลิตร/ไร่ วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block : RCB) โดยมีกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารเป็นกรรมวิธีควบคุม หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ 21 วัน นับจำนวนต้นที่รอดตาย นำค่าที่ได้คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดตายโดยเปรียบเทียบกับจำนวนต้นของประชากรเดียวกันที่ไม่พ่นสาร แบ่งระดับความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช เป็น 3 ระดับ (Llewellyn and Powles, 2001) ดังนี้

เปอร์เซ็นต์การรอดตาย	ระดับความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช
0	ประชากรอ่อนแอ (Susceptible population)
1-20	ประชากรที่กำลังพัฒนาความต้านทาน (Developing resistant population)
มากกว่า 20	ประชากรต้านทาน (Resistant population)

การตอบสนองของหญ้าตีนกาต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs

เลือกเมล็ดหญ้าตีนกาประชากรต้านทาน (resistant population) ที่พบการรอดชีวิต หลังฉีดพ่นด้วยสารกำจัดวัชพืช 5 ชนิด ที่อัตราแนะนำ ตั้งแต่ 70% ขึ้นไป ในทุกสาร จำนวน 2 ประชากร ได้แก่ ประชากรที่ 26 (P26) และ 58 (P58) มาปลูกและเก็บเมล็ด เพื่อนำเมล็ดรุ่นลูกมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกำจัดวัชพืชและการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืช โดยมีประชากรอ่อนแอ (susceptible population) ต่อสารทั้ง 5 ชนิด ประชากรที่ 22 (P22) ที่ปลูกและเก็บเมล็ดรุ่นลูก ใช้เป็นประชากรชุดควบคุม

เพาะเมล็ดหญ้าตีนกาแต่ละประชากรลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 50 เมล็ดต่อกระถาง เมื่อหญ้าตีนกา มีจำนวน 3-5 ใบ ถอนแยกให้เหลือ 10 ต้นต่อกระถาง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ต่อประชากรของหญ้าตีนกา และชนิดสารกำจัดวัชพืชในแต่ละอัตรา พ่นสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ได้แก่ fenoxaprop-P-ethyl อัตรา 0.0221, 1.104, 2.208, 11.04, 22.08, 44.16, 88.32, 176.64 และ 309.12 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, fluazifop-P-butyl อัตรา 0.036, 1.8, 3.6, 18, 36, 72, 144, 288 และ 504 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, haloxyfop-R-methyl อัตรา 0.0216, 1.08, 2.16, 10.8, 21.6, 43.2, 86.4, 172.8, และ 302.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, propaquizafop อัตรา 0.015, 0.75, 1.5, 7.5, 15, 30, 60, 120 และ 210 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, และ quizalofop-P-tefuryl อัตรา 0.0128, 0.64, 1.28, 6.4, 12.8, 25.6, 51.2, 102.4 และ 179.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 21 วัน นับจำนวนต้นหญ้าตีนกาที่รอดชีวิต และเก็บส่วนต้นของหญ้าตีนกาที่อยู่เหนือดิน (aboveground biomass) มาอบที่อุณหภูมิ 60°ซ. เป็นเวลา 72 ชม. ก่อนทำการชั่งน้ำหนักแห้ง

คำนวณร้อยละน้ำหนักแห้งจากน้ำหนักแห้งของหญ้าตีนกาในแต่ละประชากรที่ตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืช เปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของประชากรเดียวกัน ที่ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช และใช้ข้อมูลดังกล่าวในการวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกำจัดวัชพืชและการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืช (dose response curve) โดยใช้ log-logistic equation (Seefeldt *et al.* 1995; Streibig *et al.* 1993)

$$y = C + \frac{D-C}{1+(x/GR_{50})^b} \quad [1]$$

โดยที่ y คือ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของหญ้าตีนกา (คิดเป็น% ของกลุ่มควบคุม) ที่ความเข้มข้นหนึ่งของสารกำจัดวัชพืช x, C คือ ค่าเฉลี่ยของการตอบสนองของพืชต่อสารกำจัดวัชพืชที่ความเข้มข้นสูง (lower limit), D คือค่าเฉลี่ยของการตอบสนองของพืชในกรณีที่ปริมาณสารกำจัดวัชพืช

เป็นศูนย์ (upper limit), b คือ ความชัน (slope) ของเส้นที่ GR_{50} และ GR_{50} คือ ปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ทำให้การเจริญเติบโตของวัชพืชลด 50% วิเคราะห์ dose response curve โดยใช้โปรแกรม R (Ritz *et al*. 2015) และความรุนแรงของการต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช (level of herbicide resistance) คำนวณจากสัดส่วนของค่า GR_{50} ของประชากรต้านทานต่อ GR_{50} ของประชากรอ่อนแอ

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มสารที่มีกลไกการทำลายต่างจากกลุ่ม APPs ในสภาพเรือนทดลอง

ดำเนินการทดลองในเรือนทดลองกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน พ.ศ. 2563 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมหญ้าตีนกา โดยทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก (pre-emergence herbicides) และประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicides) ที่มีกลไกการทำลายต่างจากกลุ่ม APPs เพื่อควบคุมหญ้าตีนกา และทดสอบความเป็นพิษต่อพืชปลูกโดยนำคะน้ามาเป็นตัวแทนของกลุ่มพืชผัก

1. ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก

นำเมล็ดหญ้าตีนกาประชากรที่ 26 (P26) และ 58 (P58) ที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs มาทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชด้วยสารกำจัดวัชพืช ดังนี้

- กลุ่ม Chloroacetamide (กลุ่ม K3) ได้แก่ alachlor, acetochlor, butachlor, S-metolachlor มีกลไกการออกฤทธิ์เข้าไปขัดขวางการสังเคราะห์กรดไขมันที่เป็นสายลูกโซ่ยาวๆ (Inhibition of very-long-chain fatty acid synthesis)
- กลุ่ม N-phenylphthalimide (กลุ่ม E) ได้แก่ flumioxazin มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ protoporphyrinogen oxidase (Inhibition of protoporphyrinogen oxidase)
- กลุ่ม Dinitroaniline (กลุ่ม K3) ได้แก่ pendimethalin มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของไมโครทิวบูลส์ (Inhibition of microtubule assembly)
- กลุ่ม N-Phenyl-oxadiazolones (กลุ่ม E) ได้แก่ oxadiazon มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ protoporphyrinogen oxidase
- กลุ่ม Diphenyl ethers (กลุ่ม E) ได้แก่ oxyfluorfen มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ protoporphyrinogen oxidase
- กลุ่ม Triazinones (กลุ่ม C2) ได้แก่ metribuzin มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งระบบการสังเคราะห์แสงที่ 2 (Inhibition of photosynthesis at PS II)
- กลุ่ม N-Phenyl-triazolinones (กลุ่ม E) ได้แก่ sulfentrazone มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของไอม์ไซม์ protoporphyrinogen oxidase

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 11 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. metribuzin	อัตรา	70	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
2. flumioxazin	อัตรา	5	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
3. oxyfluorfen	อัตรา	35.25	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
4. oxadiazon	อัตรา	75	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
5. acetochlor	อัตรา	200	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
6. butachlor	อัตรา	240	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
7. S-metolachlor	อัตรา	96	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
8. alachlor	อัตรา	312	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
9. sulfentrazone	อัตรา	22.4	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
10. pendimethalin	อัตรา	214.5	กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
11. ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช			

นำเมล็ดหญ้าตีนกาที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs หว่านในกระบะใส่ดิน ขนาด 66 x 107 x 22.5 เซนติเมตร กระบะละ 100 เมล็ด จำนวน 33 กระบะ หลังจากนั้นพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชประมาณ 3 วัน หว่านเมล็ดคะน้าจำนวน 50 เมล็ด ลงในกระบะเดียวกับกระบะที่หว่านเมล็ดหญ้าตีนกา

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. ประเมินความเป็นพิษต่อต้นคะน้า ที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังคะน้างอก โดยให้คะแนนด้วยวิธีการประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) ดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ
1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย
4-6 = เป็นพิษปานกลาง
7-9 = เป็นพิษมาก
10 = ตาย

2. ประเมินประสิทธิภาพการควบคุมหญ้าตีนกาที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร โดยให้คะแนนด้วยวิธีประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช 2554) ดังนี้

0 = ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้
1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย
4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง
7-9 = ควบคุมได้ดี
10 = ควบคุมได้ดีมาก

3. เก็บข้อมูลจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของหญ้าตีนกาที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร คำนวณหาประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

3.1 คำนวณประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช (weed control efficiency, WCE) วิธีของ Mani *et al.* (1973) อ้างอิงจาก Singh *et al.* (2017)

$$WCE = \frac{WPC-WPT}{WPT} \times 100$$

WPC (Weed population in control plot) = จำนวนต้นหญ้าตีนกาในกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช

WPT (Weed population in treated plot) = จำนวนต้นหญ้าตีนกาในแต่ละกรรมวิธี

3.2 คำนวณดัชนีการควบคุมวัชพืช (weed control index) Mishra and Tosh *et al.* (1979) อ้างอิงจาก Singh *et al.* (2017)

$$WCI = \frac{WDC-WDT}{WDT} \times 100$$

WDC (Weed dry weight in control plot) = น้ำหนักแห้งหญ้าตีนกาในกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช

WDT (Weed dry weed in treated plot) = น้ำหนักแห้งหญ้าตีนกาในแต่ละกรรมวิธี

4. บันทึกจำนวนต้นคะน้าในแต่ละกรรมวิธีการทดลองที่ระยะ 30 หลังหว่านเมล็ดคะน้า และสุ่มเก็บน้ำหนักสดของต้นคะน้า ที่อายุ 50 วัน จำนวน 5 ต้น ในแต่ละกรรมวิธี

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโปรแกรม R และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืช ดังนี้

- กลุ่ม Pyrazoles (กลุ่ม F2) ได้แก่ topramezone มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ protoporphyrinogen oxidase
- กลุ่ม Triazolinone (กลุ่ม C2) ได้แก่ amicarbazone มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ 2
- กลุ่ม Amides (กลุ่ม C1) ได้แก่ propanil มีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ 2

เปรียบเทียบกับ สารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs (กลุ่ม A) คือ สารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. topramezone	อัตรา 6.72 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
2. amicarbazone	อัตรา 140 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
3. propanil	อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
4. fluazifop-P-butyl	อัตรา 36 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
5. ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช	

หว่านเมล็ดหญ้าตีนกาในกระบะใส่ดิน ขนาด 66 x 107 x 22.5 เซนติเมตร กระบะละ 100 เมล็ด จำนวน 20 กระบะ จนถึงระยะที่หญ้าตีนกามีจำนวน 2 ใบ ถอนแยกให้เหลือประมาณ 50 ต้น

ต่อกระถาง และไม่หว่านเมล็ดหญ้าตีนกาจำนวน 4 กระบะ หลังจากนั้นย้ายต้นกล้าคะน้าอายุ 15 วัน จำนวน 10 ต้นต่อกระบะ ลงปลูกในกระบะเดียวกันที่หว่านเมล็ดหญ้าตีนกา จนถึงระยะต้นคะน้าอายุ 20 วัน และหญ้าตีนกามีจำนวนใบ 3-5 ใบ พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. ประเมินความเป็นพิษต่อต้นคะน้า ที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร โดยให้คะแนนด้วยวิธีการประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) ดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ
1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย
4-6 = เป็นพิษปานกลาง
7-9 = เป็นพิษมาก
10 = ตาย

2. ประเมินประสิทธิภาพการควบคุมหญ้าตีนกาที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร โดยให้คะแนนด้วยวิธีประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช 2554) ดังนี้

0 = ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้
1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย
4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง
7-9 = ควบคุมได้ดี
10 = ควบคุมได้ดีมาก

3. เก็บข้อมูลจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของหญ้าตีนกาที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร คำนวณหาประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

3.1 คำนวณประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช (weed control efficiency, WCE) วิธีของ Mani *et al.* (1973) อ้างอิงจาก Singh *et al.* (2017)

$$WCE = \frac{WPC-WPT}{WPT} \times 100$$

WPC (Weed population in control plot) = จำนวนต้นหญ้าตีนกาในกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช
WPT (Weed population in treated plot) = จำนวนต้นหญ้าตีนกาในแต่ละกรรมวิธี

3.2 คำนวณดัชนีการควบคุมวัชพืช (weed control index) Mishra and Tosh *et al*. (1979) อ้างอิงจาก Singh et al. (2017)

$$WCI = \frac{WDC-WDT}{WDT} \times 100$$

WDC (Weed dry weight in control plot) = น้ำหนักแห้งหญ้าตีนกาในกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช
WDT (Weed dry weed in treated plot) = น้ำหนักแห้งหญ้าตีนกาในแต่ละกรรมวิธี

4. บันทึกจำนวนต้นคะน้าในแต่ละกรรมวิธีการทดลองที่ระยะ 30 หลังพ่นสาร และสุ่มเก็บน้ำหนักสดของต้นคะน้าที่อายุ 50 วัน จำนวน 5 ต้นในแต่ละกรรมวิธี

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโปรแกรม R และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มสารที่มีกลไกการทำลายต่างจากกลุ่ม APPs **ในสภาพแปลง**

ดำเนินการทดลองที่แปลงเกษตรกร จำนวน 2 แปลง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 – เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 โดยนำสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก และประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชหญ้าตีนกาต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ได้ดี และไม่เป็นพิษหรือเป็นพิษเล็กน้อยต่อคะน้าในสภาพเรือนทดลองมาทดสอบในสภาพแปลง และแปลงทดลองดังกล่าวเป็นแปลงที่ได้สำรวจพบประชากรหญ้าตีนกา(P84) ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. butachlor อัตรา 240.00 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
2. alachlor อัตรา 312.00 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
3. s-metolachlor อัตรา 96.00 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
4. oxyfluorfen อัตรา 35.25 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
5. topramezone อัตรา 6.72 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
6. fluazifop-P-butyl อัตรา 36.00 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
7. hand weeding
8. untreated check

ไถเตรียมแปลงตากดินประมาณ 1 สัปดาห์ จากนั้นไถพรวนดินย่อยให้ละเอียด และปรับพื้นที่ให้เสมอกัน แบ่งแปลงย่อยขนาด 2x5 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย โดยเว้นระยะห่างแต่ละแปลงย่อย 1.5 เมตร ปักไม้แสดงหน่วยการทดลองในแต่ละแปลงย่อย หลังจากนั้นหว่านเมล็ดหญ้าตีนกาที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs จากประชากรหญ้าตีนกา 26 และ 58 (P26 และ P58) โดยนำเมล็ดรุ่นลูกของประชากรหญ้าตีนกาทั้ง 2 ประชากรมาผสมรวมกันและหว่านในแปลงย่อยละ 100 กรัมต่อแปลงย่อย หลังจากนั้นประมาณ 2 วัน พ่นสารกำจัดวัชพืชในกรรมวิธีที่ 1-4 และหลังพ่นสารประมาณ 3 วัน หว่านคะน้าอัตรา 2 กิโลกรัม/ไร่ ในแต่ละแปลงย่อย และกรรมวิธีที่ 5 และ 6 พ่นสารกำจัดวัชพืชที่คะน้าอายุ 20 วัน และวัชพืชโดยส่วนใหญ่มีจำนวนใบ 3-5 ใบ ในกรรมวิธีที่ใช้แรงงาน กำจัดวัชพืชที่ระยะ 15 30 และ 45 วันหลังหว่านคะน้า การดูแลรักษาแปลง ให้น้ำวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น เมื่อคะน้าเริ่มงอกประมาณ 3 วันหลังหว่าน ให้น้ำ 3 วันครั้ง ใส่ปุ๋ย สูตร 46-0-0 ผสม สูตร 16-16-16 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 20 กิโลกรัม ผสมสูตร 16-16-16 20 กิโลกรัม จำนวน 4 ครั้ง ที่ระยะ 10 25 35 และ 40 วันหลังคะน้างอก พ่นสารกำจัดแมลง โดยใช้ cypermethrin อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันกำจัดจิ้งหรีด เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยไฟ สลับกับ emamectin benzoate อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันกำจัดหนอนใยผัก จำนวน 3 ครั้ง ที่ระยะ 3 15

และ 35 วันหลังคะน้างอก พ่นสารกำจัดโรค โดยใช้ mancozeb อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้าง สลับกับ copper hydroxide อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันกำจัดโรคขอบใบไหม้ จำนวน 3 ครั้ง ที่ระยะ 3 15 และ 35 วันหลังคะน้างอก

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. ประเมินความเป็นพิษต่อต้นคะน้า ที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังคะน้างอก โดยให้คะแนน

ด้วยวิธีประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) ดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ
1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย
4-6 = เป็นพิษปานกลาง
7-9 = เป็นพิษมาก
10 = ตาย

2. ประเมินประสิทธิภาพการควบคุมหญ้าตีนกาหลังพ่นสารที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร โดยให้คะแนนด้วยวิธีประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (กลุ่มวิจัยวัชพืช 2554) ดังนี้

0 = ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้
1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย
4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง
7-9 = ควบคุมได้ดี
10 = ควบคุมได้ดีมาก

3. สุ่มเก็บหญ้าตีนกาที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ด้วยการสุ่มขนาด 0.5x0.5 เมตร จำนวน 2 จุด ต่อแปลงย่อย นับจำนวนต้นและนำตัวอย่างหญ้าตีนกาที่สุ่มเก็บไปอบที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 72 ชม. บันทึกน้ำหนักแห้ง

3.1 การเจริญเติบโตของคะน้า

- จำนวนต้นคะน้า จำนวน 2 จุดต่อแปลงย่อย แต่ละจุดมีขนาด 0.25 ตารางเมตร ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร
- จำนวนใบต่อต้น โดยสุ่มจากจำนวน 10 ต้น ในแต่ละแปลงย่อย ที่ระยะเก็บเกี่ยวคะน้ามีอายุ 50 วัน

3.2. ผลผลิตของต้นคะน้า พื้นที่เก็บเกี่ยว 4 ตารางเมตร แต่ละแปลงย่อย ระยะเก็บเกี่ยวคะน้ามีอายุ 50 วัน

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโปรแกรม R และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองและวิจารณ์

การสำรวจและเก็บเมล็ดหญ้าตีนกา

เก็บเมล็ดหญ้าตีนกา จำนวน 100 ประชากร พบในพื้นที่ปลูกผัก เช่น หอมหัวใหญ่ คะน้า ฟักทอง มะเขือเทศ พริก กระเทียม ผักชี ชะอม เป็นต้น จาก 20 จังหวัด ในเขตพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2561 โดยแบ่งพื้นที่สำรวจตามเขตภูมิภาคของกรมการปกครอง 4 ภูมิภาค แปลงสำรวจ ภาคเหนือ จำนวน 53 แปลง จาก 11 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ น่าน ลำพูน แพร่ อุตรดิตถ์ สุโขทัย พิษณุโลก นครสวรรค์ พิจิตร เพชรบูรณ์ และตาก ภาคกลาง จำนวน 31 แปลง จาก 5 จังหวัด ได้แก่ สุพรรณบุรี นครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี และเพชรบุรี และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 16 แปลง จาก 4 จังหวัด ได้แก่ สกลนคร ขอนแก่น กาฬสินธุ์ และหนองคาย (Table 1; Figure 1)

ระดับความต้านทานของวัชพืชหญ้าตีนกา

การพ่นสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ตามอัตราแนะนำของสารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด ให้ต้นอ่อนหญ้าตีนกาที่ระยะ 3-5 ใบ นับจำนวนต้นที่รอดตาย คำนวณเปอร์เซ็นต์การรอดตายโดยเปรียบเทียบกับหญ้าตีนกาประชากรเดียวกันที่ไม่ได้รับสารฯ พบการกระจายตัวของหญ้าตีนกาประชากรต้านทาน (resistant population) กำลังพัฒนาความต้านทาน (developing resistant population) และอ่อนแอ (susceptible) ต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ดังแสดงใน Table 2 ภาพรวมของระดับการต้านทานของประชากรหญ้าตีนกาต่อสารในกลุ่ม APPs แสดงใน Table 3 ประชากรหญ้าตีนกาส่วนใหญ่ 47-50% อ่อนแอต่อสารกำจัดวัชพืช 4 ชนิด ได้แก่ fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop และ quizalofop-P-terfuryl 21-28 % มีแนวโน้มพัฒนาความต้านทาน และ 23-27 % ต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช 4 ชนิดนี้ ใกล้เคียงกัน สำหรับสารกำจัดวัชพืช fenoxaprop-P-ethyl พบประชากรหญ้าตีนกาจำนวน 77% ต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช fenoxaprop-P-ethyl มากกว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น สอดคล้องกับการรายงานของ Mccullough *et al.* (2016) ที่พบหญ้าตีนกาต้านทานสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs ได้แก่ fenoxaprop-P-ethyl และ fluazifop-P-butyl และเช่นเดียวกับงานทดลองของ Wang *et al.* (2017) ที่รายงานว่าหญ้าตีนกาต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของหญ้าตีนกาต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs แยกตามภาค (Table 4) พบว่าประชากรที่พบในเขตภาคกลาง มีร้อยละความต้านทานต่อทุกสารในกลุ่ม APPs มากกว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระดับความต้านทานต่อสาร fenoxaprop-P-ethyl มีแนวโน้มที่แตกต่างไปจากสารอื่น โดยพบประชากรอ่อนแอมากที่สุดในพื้นที่ภาคเหนือ 3.8% และพบประชากร

ที่กำลังพัฒนาความต้านทานมากที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 44.4% ในขณะที่พบระดับความต้านทานต่อสาร fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop และ quizalofop-P-tefuryl มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ จำนวนประชากรอ่อนแอสูงสุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพบจำนวนประชากรที่กำลังพัฒนาความต้านทานสูงสุดในเขตภาคเหนือ การที่พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบประชากรหญ้าตีนกาอ่อนแอต่อสารกำจัดวัชพืชมากกว่าภาคเหนือและภาคกลาง ในขณะที่พบประชากรต้านทานสูงสุดในพื้นที่ภาคกลาง

การตอบสนองของหญ้าตีนกาต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs

ได้เลือกประชากร P58 และ P26 ซึ่งมีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop และ quizalofop-P-tefuryl มากกว่า 70% ขึ้นไป มาวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกำจัดวัชพืชและการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืช (dose response curve) เปรียบเทียบกับประชากร P22 ที่อ่อนแอต่อสารกำจัดวัชพืชทุกสารในกลุ่ม APPs (Table 2) จากการประเมินการตอบสนองของหญ้าตีนกาต่อสารกำจัดวัชพืช fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, haloxyfop-R-methyl, propaquizafop และ quizalofop-P-tefuryl พบว่า มีการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืชแตกต่างกันชัดเจนระหว่าง ประชากรต้านทาน 2 ประชากร ได้แก่ P58 และ P26 เมื่อเทียบกับประชากรอ่อนแอ P22 ในทุกสาร (Figure 2; Table 5) สาร fenoxaprop-P-ethyl อัตรา 1.104 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ น้ำหนักแห้งของประชากรต้านทานลดลง 33% และ 24% ในประชากร P58 และ P26 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักแห้งของประชากรอ่อนแอลดลงมากถึง 82% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Figure 2A) สาร fluazifop-P-butyl ที่ความเข้มข้น 1.8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ น้ำหนักแห้งของประชากรต้านทานลดลง 19% และ 14% ในประชากร P58 และ P26 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักแห้งของประชากรอ่อนแอลดลงมากถึง 88% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่พ่นสาร (Figure 2B) สาร haloxyfop-R-methyl ที่ความเข้มข้น 1.08 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ น้ำหนักแห้งของประชากรต้านทานลดลง 33% และ 37% ในประชากร P58 และ P26 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักแห้งของประชากรอ่อนแอลดลงมากถึง 79% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่พ่นสาร (Figure 2C) สาร propaquizafop ที่ความเข้มข้น 7.5 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ น้ำหนักแห้งของประชากรต้านทานลดลง 24% และ 29% ในประชากร P58 และ P26 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักแห้งของประชากรอ่อนแอลดลงมากถึง 95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่พ่นสาร (Figure 2D) และสาร quizalofop-P-tefuryl ที่ความเข้มข้น 1.28 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่น้ำหนักแห้งของประชากร

ต้านทานลดลง 17% และ 16% ในประชากร P58 และ P26 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักแห้งของประชากรอ่อนแอลดลงมากถึง 85% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ฉีดพ่นสาร (Figure 2E)

เมื่อพิจารณาค่า GR50 ของประชากรต้านทานเปรียบเทียบกับค่า GR50 ของประชากรอ่อนแอ (Table 5)หญ้าตีนกามีระดับความรุนแรงของความต้านทาน (Resistance ratio) ต่อสาร fluazifop-P-butyl มากกว่าสารชนิดอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่ม APPs โดยให้ค่าความรุนแรงของการต้านทาน (resistance ratio) 3,660.50 และ 3,346.25 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรอ่อนแอ รองลงมาคือ propaquizafop (1,252.50 และ 757.17 เท่า), haloxyfop-R-methyl (383.80 และ 435.09 เท่า), fenoxaprop-P-ethyl (112.00 และ 201.67 เท่า) และ quizalofop-P-tefuryl (28.09 และ 9.45 เท่า) สำหรับประชากรต้านทาน P58 และ P26 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mccullough et al. (2016) ที่พบหญ้าตีนกามีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช fluazifop อัตรา 16.5 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มากกว่า สารกำจัดวัชพืช fenoxaprop อัตรา 16 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ โดยให้น้ำหนักแห้งหญ้าตีนกา 117% และ 112% ตามลำดับ และประชากรหญ้าตีนกาที่อ่อนแอให้น้ำหนักแห้งที่ 31% และ 39% ตามลำดับ จากการรายงานของ Heap (2021) พบการต้านทานของหญ้าตีนกาในข้าวโพด ถั่วเหลือง อ้อย ข้าว ข้าวสาลี ถั่ว สวนผลไม้ กาแฟ ปาล์มน้ำมัน ผัก ฝ้าย และหญ้าในสนามกอล์ฟ เป็นต้น ต่อสารกำจัดวัชพืชหลายกลุ่ม เช่น glyphosate, paraquat, imazapyr, glufosinate, trifluralin, pendimethalin, metribuzin, oxadiazon, clethodim รวมทั้งสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม cyclohexanedione และ APPs จากจำนวน 13 ประเทศ ได้แก่ อาร์เจนตินา ออสเตรเลีย โบลิเวีย จีน โคลัมเบีย คอสตาริก้า อินโดนีเซีย อิตาลี ญี่ปุ่น มาเลเซีย เม็กซิโก และสหรัฐอเมริกา

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า หญ้าตีนกามีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl มากกว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นในกลุ่มเดียวกัน อาจเนื่องมาจากสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl ขึ้นทะเบียนการใช้ในประเทศไทย พ.ศ 2539 เพื่อกำจัดวัชพืชในพืชผักก่อนสารกำจัดวัชพืช fenoxaprop-P-ethyl, propaquizafop, haloxyfop-R-methyl และ quizalofop-P-tefuryl เป็นเหตุทำให้พบความต้านทานได้มากกว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน อย่างไรก็ตามในระยะยาว สารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม APPs มีแนวโน้มที่จะไม่สามารถใช้ควบคุมหญ้าตีนกาที่พบในแปลงผักได้ หากมีการกระจายพันธุ์ของประชากรที่ต้านทาน จึงควรที่จะแนะนำให้เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชในกลุ่มอื่นที่มีกลไกการเข้าทำลายวัชพืชที่แตกต่างกันจากกลุ่ม APPs หรือพ่นสลับในฤดูการปลูกถัดไป และสามารถใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกในกลุ่ม Chloroacetamide เช่น alachlor, metholachlor, S-metalachlor เป็นต้น ซึ่งมีกลไกการออก

ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (กลุ่มวิจัยพืช, 2554) โดยคำนึงถึงความเป็นพิษของพืชปลูกแต่ละชนิด อย่างไรก็ตาม ไม่แนะนำให้เกษตรกรใช้สารในกลุ่ม Cyclohexanedione เช่น clethodim และ sethoxydim ซึ่งเป็นสารที่มีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกับ APPs และมีรายงานการเกิดการต้านทานข้าม (cross resistance) ได้ (Heap, 2021)

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มสารที่มีกลไกการทำลายต่างกลุ่มในสภาพเรือนทดลอง

สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก

นำเมล็ดหญ้าตีนกา (P26 และ P58) ที่มีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs มาทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก จากการประเมินประสิทธิภาพการควบคุมหญ้าตีนกา ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช (Table 6) พบว่า การประเมินด้วยสายตา สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดในการทดลองมีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีนกาได้อย่างสมบูรณ์ (คะแนนเท่ากับ 10) โดยไม่พบต้นหญ้าตีนกางอกโผล่พ้นดินเมื่อเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช ยกเว้นกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี (คะแนนเท่ากับ 7) สอดคล้องกับการทดลอง Mccullough *et al* (2013) พบว่า สารกำจัดวัชพืช sulfentrazone, indaziflam และ oxadiazon มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีกาที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม Dinitroaniline ได้ดี 80 ถึง 89% และเมื่อนำจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของหญ้าตีนกาในแต่ละกรรมวิธีเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่าประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช(WEC) และดัชนีวัชพืช (WI) ของกรรมวิธีการพ่นสาร oxyfluorfen ได้ 79% และ 72% ตามลำดับ ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและดัชนีวัชพืช 100% แต่พบว่าสารกำจัดวัชพืชหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชหญ้าตีนกาได้ดี แต่เป็นพิษต่อต้นคะน้า จากการประเมินความพิษด้วยสายตาที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร (Table 7) ได้แก่ metribuzin, flumioxazin, oxyfluorfen, oxadiazon, acetochlor, sulfentrazone และ pendimetalin โดยพบว่า metribuzin, flumioxazin และ sulfentrazone ทำให้ต้นอ่อนของคะน้าเจริญเติบโตไม่ได้และตายในที่สุด (คะแนนเท่ากับ 10) oxadiazon, acetochlor และ pendimetalin เป็นพิษปานกลาง (คะแนนอยู่ระหว่าง 4-6) ต้นคะน้าที่งอกออกมาในระยะแรกใบคะน้าผิดรูป ต้นเตี้ยแคระแกร็น และบางส่วนของใบพบอาการไหม้เล็กน้อย จนถึงที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร หลังจากนั้นที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ความเป็นพิษลดลง โดยใบคะน้าที่เจริญเติบโตขึ้นใหม่เป็นปกติแต่ยังพบต้นคะน้าเตี้ยกว่ากรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช เช่นเดียวกับ oxyfluorfen เป็นพิษเล็กน้อย (คะแนนเท่ากับ 3) คะน้ามีอาการไหม้ที่ใบเล็กน้อยแต่ไม่ทำให้คะน้าตาย หลังจากนั้นที่ระยะ 15 วันหลังพ่นมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ส่วน butachlor, S-metolachlor และ alachlor ไม่เป็นพิษต่อต้นคะน้า ส่งผลให้จำนวนต้นและน้ำหนักสดของต้นคะน้า (Table 8) มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพ่นสาร metribuzin, flumioxazin, oxadiazon, acetochlor, sulfentrazone pendimetalin และ กรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช

เนื่องจากสารกำจัดวัชพืช metribuzin, flumioxazin, oxadiazon, acetochlor, sulfentrazone และ pendimetalin มีความเป็นพิษต่อคะน้ามีผลต่อการให้จำนวนต้นและน้ำหนักสดของคะน้า แต่คะน้าแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยต่อ สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen จึงไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตต่อคะน้า ทำให้จำนวนต้นและน้ำหนักสดของคะน้าไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยสารกำจัดวัชพืช butachlor, s-metolachlor หรือ alachlor

สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (post-emergence herbicides)

จากการประเมินประสิทธิภาพการควบคุมหญ้าตีนกาที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร (Table 9) พบว่า การประเมินด้วยสายตา สารกำจัดวัชพืช amicarbazone มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีนกาได้อย่างสมบูรณ์ (คะแนนเท่ากับ 10) โดยสามารถกำจัดหญ้าตีนกาตายทั้งต้น รองลงคือ topramezone มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีนกาได้ดี (คะแนนเท่ากับ 8) ส่วน propanil มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีนกาได้ปานกลาง (คะแนนเท่ากับ 6) และ fluazifop-P-butyl ซึ่งเป็นสารเปรียบเทียบในการกำจัดวัชพืชหญ้าตีนกาที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีนกาได้เล็กน้อยเท่านั้น (คะแนนเท่ากับ 2) เมื่อพ่นที่ระยะหญ้าตีนกามีจำนวนใบ 3-5 ใบ และเมื่อนำจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของหญ้าตีนกาในแต่ละกรรมวิธีเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า amicarbazone ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช (WEC) และดัชนีวัชพืช (WI) 100% และ 100% ตามลำดับ และ topramezone 81% และ 77% ตามลำดับ ส่วน propanil และ fluazifop-P-butyl มีประสิทธิภาพการควบคุมหญ้าตีนกาและดัชนีวัชพืช ต่ำกว่า 60% ซึ่งบ่งบอกได้ว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีนกาได้เล็กน้อยถึงปานกลางเท่านั้น แต่เมื่อศึกษาความเป็นพิษต่อคะน้า จากการประเมินความเป็นพิษด้วยสายตา (Table 10) พบว่า amicarbazone เป็นพิษต่อคะน้า ทำให้ต้นคะน้าตายที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร (คะแนนเท่ากับ 10) propanil เป็นพิษทำให้ใบคะน้าไหม้ที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร (คะแนนเท่ากับ 7) แต่หลังจากนั้น ที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ความเป็นพิษลดลงใบที่เจริญเติบโตขึ้นมาใหม่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ส่วน topramezone เป็นพิษเล็กน้อยทำให้ใบคะน้ามีอาการซีดขาว จนถึงระยะที่ 15 วันหลังพ่น หลังจากนั้นที่ระยะ 30 หลังพ่นสาร ใบที่งอกขึ้นมาใหม่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติไม่พบอาการใบซีดขาว และเมื่อวิเคราะห์จำนวนต้นและน้ำหนักสดของต้นคะน้า (Table 11) พบว่า สารกำจัดวัชพืช topramezone มีจำนวนต้นและน้ำหนักสดของต้นคะน้าไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีหญ้าตีนกาขึ้นแข่งขัน และให้น้ำหนักสดของต้นคะน้ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืชและสารเปรียบเทียบ fluazifop-P-butyl ส่วน propanil ถึงแม้จะมีจำนวนต้นไม่

แตกต่างทางสถิติกับการพ่นสารกำจัดวัชพืช topramezone, fluazifop-P-butyl การไม่มีหญ้าตีนกาขึ้นแข่งขัน และการไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช แต่ให้น้ำหนักสดของต้นคะน้าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีดังกล่าว เนื่องจาก propani เป็นพิษต่อต้นคะน้า ใบไหม้ จึงมีผลต่อน้ำหนักสดของต้นคะน้า

ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช และความเป็นพิษต่อพืชปลูกของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกและหลังวัชพืชงอก ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการทำลายต่างกลุ่ม APPs ที่นำมาศึกษาในสภาพเรือนทดลอง จากการทดลองสามารถที่จะคัดเลือกสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวมาทดสอบในสภาพแปลงเพื่อควบคุมหญ้าตีนกาต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก ได้แก่ butachlor, alachlor, S-metolachlor และ oxyfluorfen และสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก คือ topramezone

ประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มสารที่มีกลไกการทำลายต่างกลุ่มในสภาพแปลง

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อคะน้า

ความเป็นพิษต่อคะน้า ที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร เป็นไปในทางเดียวกันทั้งในพ.ศ.2563 และ พ.ศ.2564 (Table 12) พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก oxyfluorfen มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของคะน้าพบความเป็นพิษเล็กน้อย ที่ระยะ 7 วันหลังพ่น ใบคะน้าผิดรูป และขอบใบไหม้ (Figure 3) หลังจากนั้นที่ระยะ 15 วันหลังพ่น ใบคะน้าที่เกิดขึ้นใหม่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ไม่พบอาการเป็นพิษ และสารกำจัดวัชพืช topramezone เป็นพิษต่อต้นคะน้าเช่นกัน คะน้าแสดงอาการใบซีดขาวที่ระยะ 7 และ 15 วันหลังพ่นสาร (Figure 4) แต่ไม่ได้ทำให้ต้นคะน้าตาย หลังจากนั้นที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร คะน้ามีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ไม่พบอาการใบซีดขาว และใบที่เจริญเติบโตขึ้นมาใหม่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ส่วนสารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor และ S-metolachlor ไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นคะน้า สอดคล้องกับงานทดลองของ ภัทร์พิชชา และคณะ(2560) ที่พบว่าการใช้สารกำจัดวัชพืช S-metolachlor อัตรา 192 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ไม่เป็นพิษต่อต้นคะน้า และสารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen เป็นพิษเล็กน้อย แต่กลับพบว่าสารกำจัดวัชพืช alachlor อัตรา 336 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เป็นพิษเล็กน้อยต่อคะน้าที่ระยะ 7 วันหลังพ่น หลังจากนั้นที่ 15 วันหลังพ่นมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ

ประสิทธิภาพการควบคุมหญ้าตีนกาต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs

การประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชด้วยสายตา ที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ทั้ง 2 ปี ให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน (Table 13) โดยสารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, S-metolachlor และ oxyfluorfen มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีนกาได้ดีถึง

สมบูรณ์ (คะแนนเท่ากับ 9-10) จนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ในขณะที่สารกำจัดวัชพืช topramezone พ่นที่ระยะหญ้าตีนกามีจำนวนใบ 3-5 ใบ หรือคะน้าอายุ 20 วัน สามารถควบคุมหญ้าตีนกาได้ดีจนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ส่วนการพ่นสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl ซึ่งเป็นสารเปรียบเทียบ นั้นไม่สามารถควบคุมหญ้าตีนกาได้ทั้งที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร สอดคล้องกับน้ำหนักแห้งของหญ้าตีนกาทั้ง 2 แปลง (Table 14) ที่พบในแปลงพ่นสารกำจัดวัชพืช fluazifop-P-butyl ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช แต่น้ำหนักแห้งของหญ้าตีนกาในแปลงที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, S-metolachlor, oxyfluorfen และ topramezone น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลงที่ไม่กำจัดวัชพืช และไม่แตกต่างทางสถิติกับแปลงที่มีการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงาน สอดคล้องกับงานทดลองของ Breeden *et al* (2017) ที่พบว่า สารกำจัดวัชพืช topramezone มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าตีนกาที่ต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช ในกลุ่ม Dinitroaniline ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช prodiamine และ pendimethalin ได้ดี

การเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า

ความหนาแน่นของต้นคะน้า ในปีการทดลอง พ.ศ.2563 และ พ.ศ.2564 (Table 15) ให้ผลการทดลองไปในทางเดียวกัน โดยพบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, และ S-metolachlor ให้จำนวนต้นคะน้าไม่แตกต่างทางสถิติกับการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และไม่กำจัดวัชพืช แต่สารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen ให้จำนวนต้นคะน้า น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร butachlor, alachlor, S-metolachlor, oxyfluorfen, topramezone, fluazifop-P-butyl การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน และไม่กำจัดวัชพืช เนื่องจาก oxyfluorfen เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการเข้าทำลายในต้นพืชโดยยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง (รังสิต 2547; ทศพล 2554; Shaner 2014) ตั้งแต่ระยะแรกที่คะน้าเป็นยังต้นอ่อน จึงมีผลต่อความหนาแน่นของคะน้า โดยในปี พ.ศ. 2563 การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ให้จำนวนต้นคะน้าเฉลี่ย สูงสุด 87.7 ต้น/ตารางเมตร รองลงมาการใช้สาร butachlor, S-metolachlor, topramezone, alachlor และ oxyfluorfen ให้จำนวนต้นเฉลี่ย 82.7 80.7 80.0 76.7 และ 48.4 ต้น/ตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชให้จำนวนต้นคะน้า 73.3 ต้น/ตารางเมตร และในปี พ.ศ.2564 การพ่นสาร S-metolachlor ให้จำนวนต้นคะน้าเฉลี่ยสูงสุด 60.4 ต้น/ตารางเมตร รองลงมาคือ การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน fluazifop-P-butyl, alachlor, butachlor, topramezone และ oxyfluorfen ให้จำนวนต้นเฉลี่ย 60.3 55.7 55.6 53.3 50.0 และ 39.0 ต้น/ตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชให้จำนวนต้นคะน้า 52.7 ต้น/ตารางเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ ได้แก่ butachlor, alachlor และ S-metolachlor เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก ในการควบคุมหญ้าตีนกาที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs ไม่มีผลต่อจำนวนต้นต่อคะน้า ส่วนการพ่นสารกำจัดวัชพืช topramezone เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังงอก

พ่นในช่วงที่คะน้างอกแล้ว แสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยใบซีดขาว ไม่ได้ทำให้ต้นคะน้าตาย จึงไม่ส่งผลต่อความหนาแน่นของต้นคะน้า

จำนวนใบต่อต้นคะน้า (Table 15) ทั้ง 2 ปีการทดลอง ให้ผลไปในทางเดียวกัน พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, S-metolachlor, topramezone, fluazifop-P-butyl, กรรมวิธีการใช้แรงงาน และการไม่กำจัดวัชพืช ให้จำนวนใบต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยในปีการทดลอง พ.ศ.2563 ให้จำนวนใบ 4.8 4.7 4.8 5.0 5.0 5.5 และ 4.6 ใบต่อต้น ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2564 ให้จำนวนใบ 4.9 4.8 4.7 4.7 4.8 5.1 และ 4.8 ใบต่อต้น ตามลำดับ ส่วนสารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen ให้จำนวนใบต่อต้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้แรงงาน เนื่องจากสารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen เป็นพิษต่อคะน้า แสดงอาการที่ใบไหม้ ในระยะแรก และชะงักการเจริญเติบโต มีส่งผลกระทบต่อการให้จำนวนใบต่อต้นคะน้า ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืช topramezone ถึงแม้จะแสดงอาการเป็นพิษต่อต้นคะน้าแสดงอาการใบซีดขาว แต่ใบที่สีซีดขาวมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ที่ระยะ 30 วันหลังพ่น จึงไม่มีผลกระทบต่อการให้จำนวนใบของต้นคะน้า

ขณะที่การให้ผลผลิตในปี 2563 กรรมวิธีที่ใช้สารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, S-metolachlor, topramezone และกรรมวิธีการใช้แรงงาน ให้ผลผลิต1,080.2 1,040.0 1,080.0 และ 1,200 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช และไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้แรงงาน ส่วนการพ่นสารเปรียบเทียบ fluazifop-P-butyl และการพ่นสาร oxyfluorfen ซึ่งให้ผลผลิต 413.3 และ 453.3 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้สารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, S-metolachlor และ topramezone แต่สูงกว่ากรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชให้ผลผลิต 113.3 กิโลกรัม/ไร่ เช่นเดียวกับผลการทดลองในปี 2564 ที่พบว่ากรรมวิธีที่มีใช้สารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, S-metolachlor และ topramezone ให้ผลผลิต 1,033.3 926.7 966.7 และ 1,026.7 กิโลกรัม/ไร่ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช และไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้แรงงาน ให้ผลผลิต 216.2 และ 1,033.3 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ส่วนสารกำจัดวัชพืช oxyfluorfen ให้ผลผลิต 640.0 กิโลกรัม/ไร่ ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการใช้สารกำจัดวัชพืช butachlor, alachlor, S-metolachlor และ topramezone แต่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสารเปรียบเทียบ fluazifop-P-butyl 392.3 และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชให้ผลผลิต 392.3 และ 216.2 กิโลกรัม/ไร่

จากการทดลองของ ศิริพรรณ (2543) ศึกษาผลของการเก็บคะน้าในระยะที่แตกต่างกันต่อผลผลิตรวม พบว่า การให้จำนวนใบต่อต้นคะน้าที่อายุเก็บเกี่ยว 52 วัน ให้จำนวนใบเฉลี่ย 5.6 ใบต่อต้น และการให้ผลผลิตเฉลี่ย 4,088 กิโลกรัม/ไร่ แต่การทดลองของภัทร์พิชชา และคณะ (2560) พบว่า การใช้สาร S-metolachlor อัตรา 192 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ alachlor อัตรา 336 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ oxyfluorfen อัตรา 47 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ การใช้แรงงาน และการไม่กำจัดวัชพืช ให้ผลผลิต 3,701 2,624 2,197 3,549 และ 277 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ที่อายุเก็บเกี่ยวคะน้า 50

วัน การให้ผลผลิตคะน้าขึ้นอยู่กับอายุของคะน้าแล้วยังขึ้นอยู่กับการดูแลรักษา (ศิริพรรณ 2543; ธิยารัตน์ และคณะ 2563)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจประชากรหญ้าตีนกาในแปลงปลูกผักจำนวน 100 ประชากร จาก 20 จังหวัด ในพื้นที่เขตภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หญ้าตีนกาบางประชากรมีความต้านทานต่อทุกสารในกลุ่ม APPs โดยเฉพาะประชากรหญ้าตีนกาในเขตภาคกลางพบร้อยละการต้านทานมากกว่าในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และหญ้าตีนกาต้านทาน fluazifop-P-butyl มากกว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นในกลุ่ม APPs

การจัดการหญ้าตีนกาต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม APPs สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกได้แก่ butachlor, alachlor และ S-metolachlor อัตรา 240, 312, และ 96 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ตามลำดับ พ่นก่อนหว่านคะน้า 3 วัน หรือ ใช้สารกำจัดวัชพืช topramezone อัตรา 6.72 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นแทนการใช้สารกลุ่ม APPs หรือพ่นสลับในฤดูการปลูกถัดไป สามารถใช้ในแปลงปลูกคะน้า โดยไม่กระทบต่อการให้ผลผลิตของคะน้า

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. แนะนำการใช้สารกำจัดวัชพืชให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผัก
2. เผยแพร่ผลงานวิจัยในในวาราสารวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนา การอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 149 หน้า.

ธิยารัตน์ ไตรรงค์กอบศิริ, ปุญญิศา ตระกลูยิ่งเจริญ และกุมุท สังขศิลา. 2563. ผลของการขาดน้ำที่ช่วงอายุต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณเบต้าแคโรทีนในคะน้าฮ่องกง. แหล่งข้อมูล: https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=2_83_613.pdf&id=3660&keeptrack=21 สืบค้น: 10 กันยายน 2564

พรทิพย์ ศรีมงคล. 2557. ถั่วเขียวในระบบการปลูกพืชเพื่อเกษตรยั่งยืน. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. 60(1): 57-63.

ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย คมสัน นครศรี และอมฤต ศิริอุดม. 2560. ประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ในคะน้า. หน้า 1803-1808. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2560. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช: พื้นฐานและวิธีการใช้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 487 หน้า.

ศุภธิดา ศิริสวัสดิ์ ภาณุวัฒน์ มหาทำนุโชค และทศพล พรพรหม. 2555. การศึกษาความต้านทานสารหลายกลุ่มและลักษณะทางชีวโมเลกุลของหญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* L. Nees) ที่ต้านทานสารฟีนอกซาพรอพ. วารสารวิชาการเกษตร. 30(1): 53-72.

ศิริพรรณ นาวินโชคธรรม. 2543 ศึกษาผลของการเก็บเก็บคะน้าในระยะที่แตกต่างกันต่อผลผลิตรวม. แหล่งข้อมูล: http://www.lib.kps.ku.ac.th/SpecialProject/Horticulture/2543/Bs/SiriphanNa/SiriphanNaAll.pdf. สืบค้น: 12 กันยายน 2564

สำนักงานเศรษฐกิจ. 2560. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/view/1/ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร/TH-TH สืบค้น: 10 ตุลาคม 2560

Abbas, T., M.A. Nadeem, A. Tanveer and R. Ahmad. 2016. Evaluation of Fenoxaprop-P-Ethyl Resistant Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor*) in Pakistan. *Planta Daninha*, 34(4): 833-838.

Beckie H. J. and X. Reboud. 2009. Selecting for Weed Resistance: Herbicide Rotation and Mixture. Weed Technology 23:363–370

Beckie H. J. 2006. Herbicide-Resistant Weeds: Management Tactics and Practices. Weed Technology 20:793–814

Bhaskar, V., A. Vijayarajan, P.D. Forristal, S.K. Cook, J. Staples, D. Schilder, M. Hennessy and S. Barth. 2020. First Report on Assessing the Severity of Herbicide Resistance to ACCase Inhibitors Pinoxaden, Propaquizafop and Cycloxydim in Six Avena fatua Populations in Ireland. Available at: https://www.researchgate.net/publication/344190953 Accessed: June 8, 2021

Bradley, K.W., J. Wu, K.K. Hatzios and E.S. Hagood. 2001. The mechanism of resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in a jonnsongrass biotype. *Weed Science*, 49(4): 477-484.

Breeden, S M., J.T. Brosnan, G.K. Breeden, J.J. Vargas, G. Eichberger, S. Tresch and M. Laforest. 2017. Controlling Dinitroaniline-Resistant Goosegrass (*Eleusine indica*) in Turfgrass. *Weed Technology*, 31(6): 883-889.

Boutsalis, P. and S.B. Powles. 1998. Seedbank characteristics of herbicide-resistant and susceptible Sisymbrium orientale. Weed research. 38: 389-395

Buhler, D.D., R.G. Hartzler and F. Forcella. 1997. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. Weed Sci. 45: 329-336.

Chauhan, B.S. and D.E. Johnson. 2008. Germination ecology of goosegrass (*Eleusine indica*): an important grass weed of rainfed rice. *Weed Science*, 56(5), pp.699-706.

Chen, J., H. Cui, X. Ma, Y. Ma and X. Li. 2020. Distribution differences in the EPSPS gene in chromosomes between glyphosate-resistant and glyphosate-susceptible goosegrass (*Eleusine indica*). *Weed Science*, 68(1): 33–40.

Cocker, K.M., J.O.D. Coleman, A.M. Blair, J.H. Clarke and S.R. Moss. 2000. Biochemical mechanisms of cross-resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohex anedione herbicides in populations of *Avena* spp. *Weed research*, 40(4): 323-334.

European Herbicide Resistance. 2017. Committee European Guidelines to conduct herbicide resistance tests. Available at: http://hracglobal.com/europe/files/docs/ Europe_Guidelines _Herbicide_Resistance-tests_13Oct17.pdf. Accessed: December 13, 2017.

Ghanizadeh, H., C.H. Mesarich and K.C. Harrington. 2020. Molecular characteristics of the first case of haloxyfop-resistant *Poa annua*. *Scientific reports* 10: 4231.

Hall, L.M., S.R. Moss and S.B. Powles. 1997. Mechanisms of Resistance to ayloxyphenoxypropionate herbicides in two resistant biotypes of *Alopecurus myosuroides* (blackgrass): Herbicide metabolism as a cross-resistance mechanism. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 57(2): 87-98.

Hamza, A., A. Derbalah, and El-Na M. 2012. Identification and mechanism of *Echinochloa crus-galli* resistance to fenoxaprop-p-ethyl with respect to physiological and anatomical differences. *The Scientific World Journal*, 2012: 893204.

Heap, I. 2021. The international herbicide-resistant weed database. Available at: www.weedscience.org. Accessed: June 8, 2021.

Jason K.N., S.M. Ward, D.R. Shaw, R.S. Llewellyn, R.L. Nichols, T.M. Webster, K.W. Bradley, G.F., S.B. Powles, N.R. Burgos, W.W. Witt and M. Barrett. 2012. Reducing the Risks of Herbicide Resistance: Best Management Practices and Recommendations. Weed Science, 60 :31-62.

Llewellyn, R.S. and S.B. Powles. 2001. High levels of herbicide resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in the wheat belt of Western Australia. *Weed Technology*, 15(2): 242-248.

Maneechote, C., S. Samanwong, X.Q. Zhang and S.B. Powles. 2005. Resistance to ACCase-inhibiting herbicides in sprangletop (*Leptochloa chinensis*). *Weed Science*, 53(3): 290-295.

Mccullough, P.E., J. Yu and D.G. Barreda. 2013. Efficacy of preemergence herbicides for controlling a dinitroaniline-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) in Georgia. *Weed Technology*, 27(4): 639–644.

Mclroy, J.S., W. B. Head, G.R. Wehtje and D. Spak. 2017. Identification of goosegrass (*Eleusine indica*) biotypes resistant to preemergence-applied oxadiazon. *Weed Technology*, 31(5): 675-681.

Ritz, C., F. Baty, J.C. Streibig and D. Gerhard. 2015. Dose-response analysis using R. *PLOS ONE*, 10(12): e0146021.

Seefeldt, S.S., J.E. Jensen and E.P. Fuerst. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*, 9(2): 218-227.

Shaner, D. 2014. Herbicide Handbook. 10th Ed. Weed Science Society of America, Lawrence, KS. USA. 513 p.

Singh SP., S. Rawal, VK. Dua and SK. Sharma. 2017. Weed control efficiency of herbicides sulfosulfuron in potato crop. Available at: https://www.researchgate.net/publication /323167217: June 8, 2021

Streibig, J.C., M. Rudemo and J.E. Jensen. 1993. Dose-response curves and statistical models. Pages 29-53. In: Herbicide Bioassay. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Takano, H.K., JR. R.S. Oliveira, J. Constantin, G.B.P. Braz and J.C, Padovese. 2016. GrowthDevelopment and Seed Production of Goosegrass. Available at: https://www.researchgate.net/publication/304005041. Accessed : June 8, 2021

Thill, D.C. and C.A. Mallory-Smith. 1997. The nature and consequence of weed spread in cropping systems. Weed Sci. 45: 337-342.

Vargas, L., A.R. Ulguim, D. Agostinetto, T.D. Magro and L. Thurmer. 2013. Low level resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to glyphosate in Rio Grande Do Sul-Brazil. *Planta Daninha*, 31(3): 677-686.

Valverde B.E. 2021. Herbicide-resistance management in developing countries. Available at: https://www.fao.org/3/y5031e/y5031e0h.htm#TopO fPage June 8, 2021

Zhang Z. 2003. Development of chemical weed control and integrated weed management in China. *Weed Biol Manag*, 3: 197–203.

Table 1 Goosegrass populations and global position system that were collected in 2019, in observed province.

Population	Province[a]	Region[b]	Crop	Coordinates	
				Longitude.	Latitude.
P1	CMI	N	Onion	18.5686	98.8483
P2	CMI	N	Onion	18.6066	98.8217
P3	CMI	N	Onion	18.613	98.8339
P4	CMI	N	Onion	18.643	98.8467
P5	CMI	N	Sayote	18.8522	98.7566
P6	CMI	N	Kale	18.9163	98.8216
P7	CMI	N	Pumpkin	18.3689	98.3775
P8	CMI	N	Tomato	18.3685	98.3779
P9	Nan	N	Kale	18.2846	100.4982
P10	Nan	N	Corn	18.2862	100.4991
P11	Nan	N	Onion Flower Stem	18.2785	100.5207
P12	Nan	N	Onion Flower Stem	18.3793	100.826
P13	LPN	N	Garlic	18.3119	98.8275
P14	PRE	N	Nappa Cabbage	18.3693	100.3915
P15	UTT	N	Green onion	17.8534	100.7932
P16	UTT	N	Kale	17.6437	100.0271
P17	UTT	N	Green onion	17.5833	99.9024
P18	UTT	N	Green onion	17.6408	100.0383
P19	UTT	N	Chili	18.1132	101.0387
P20	UTT	N	Green onion	17.5861	99.988
P21	UTT	N	Green onion	17.0756	99.6399
P22	UTT	N	Green Shallot	17.0684	100.5211
P23	UTT	N	Green Shallot	17.6258	99.9565
P24	STI	N	Chili	16.8844	99.8883
P25	PLK	N	Kale	16.7539	100.2633
P26	PLK	N	Kale	16.7407	100.2791
P27	PLK	N	Kale	16.7443	100.2895
P28	PLK	N	Kale	16.74	100.2796
P29	PLK	N	Kale	16.7447	100.2869
P30	PLK	N	Kale	16.738	100.2897
P31	PLK	N	Kale	16.7385	100.2897

Table 1 Goosegrass populations and global position system that were collected in 2019, in observed province. (continue)

Population	Province[a]	Region[b]	Crop	Coordinates	
				Longitude.	Latitude.
P32	PLK	N	Kale	16.7371	100.2748
P33	PLK	N	Chili	16.6394	100.3152
P34	PLK	N	Kale	16.7335	100.295
P35	PLK	N	Kale	16.7408	100.2649
P36	NSN	N	Sawtooth Coriander	18.7611	100.1369
P37	PCT	N	Cucumber	16.3416	100.3445
P38	PCT	N	Melon	16.2033	100.5773
P39	PCT	N	Acacia	16.3411	100.3473
P40	PNB	N	Cabbage	16.8507	101.1888
P41	PNB	N	Chili	16.851	101.1962
P42	PNB	N	Cabbage	16.8507	101.1988
P43	PNB	N	Cabbage	16.902	101.1062
P44	PNB	N	Cabbage	16.908	101.1175
P45	PNB	N	Garlic	16.5904	101.1361
P46	PNB	N	Hot Pepper	16.6115	101.1367
P47	PNB	N	Thai eggplant	16.779	101.1662
P48	PNB	N	Yard long bean	16.7908	101.2107
P49	PNB	N	Cucumber	16.7752	101.198
P50	PNB	N	Chili	16.5716	101.1384
P51	Tak	N	Chinese radish	16.5019	98.7854
P52	Tak	N	Potato	16.5394	98.7985
P53	Tak	N	Chili, Pepper	16.5136	98.8574
P54	SPB	C	Yard long bean	14.8106	99.9414
P55	SPB	C	Cucumber	14.7665	99.9116
P56	SPB	C	Cucumber	14.7549	99.9086
P57	SPB	C	Chili, Pepper	14.5976	100.0996
P58	SPB	C	Yard long bean	14.6087	100.0303
P59	NPT	C	Chili	13.9889	99.9675
P60	NPT	C	Chili	13.9706	99.979
P61	NPT	C	Holy Basil	13.9405	99.9317
P62	NPT	C	Taro	13.9442	99.9302

Table 1 Goosegrass populations and global position system that were collected in 2019, in observed province. (continue)

Population	Province[a]	Region[b]	Crop	Coordinates	
				Longitude.	Latitude.
P63	NPT	C	Sweet Basil	13.9547	99.9848
P64	NPT	C	Lemon Grass	19.921	100.0842
P65	NPT	C	Holy Basil	13.8831	100.0686
P66	NPT	C	Swamp Morning Glory	17.1819	104.7962
P67	NPT	C	Bok Choy	17.1082	104.7689
P68	RBR	C	Chili	13.683	99.4577
P69	RBR	C	Chili	13.6757	99.4578
P70	RBR	C	Baby corn	13.6694	99.4427
P71	RBR	C	Baby corn	13.6508	99.4418
P72	RBR	C	Yard long bean	13.649	99.4165
P73	RBR	C	Baby corn	13.7127	99.4498
P74	KRI	C	Baby corn	13.9692	99.7856
P75	KRI	C	Baby corn	13.9854	99.8158
P76	KRI	C	Thai eggplant	13.9647	99.6574
P77	KRI	C	Kale	13.9641	99.6615
P78	KRI	C	Kale	13.9503	99.6591
P79	KRI	C	Kale	13.983	99.65
P80	PBI	C	Acacia	12.9783	99.9042
P81	PBI	C	Acacia	12.9643	99.9037
P82	PBI	C	Gumbo	12.9777	99.9074
P83	PBI	C	Yardlong bean	12.9219	99.8831
P84	PBI	C	Yardlong bean, Kale	10.6039	99.2679
P85	SNK	NE	Chili	16.881	104.1008
P86	SNK	NE	Chili	16.8746	104.0236
P87	SNK	NE	Coriander	16.8697	103.9976
P88	SNK	NE	Chili	16.8664	103.9747
P89	SNK	NE	Chili	16.9451	103.9838
P90	SNK	NE	Chili	17.1703	104.063
P91	SNK	NE	Chili	16.8704	104.083
P92	KKN	NE	Kale	16.4793	102.9518
P93	KKN	NE	Kale	16.5282	103.0588
P94	KSN	NE	Smooth loofah	16.7586	103.8063

Table 1 Goosegrass populations and global position system that were collected in 2019, in observed province. (continue)

Population	Province[a]	Region[b]	Crop	Coordinates	
				Longitude.	Latitude.
P95	NKI	NE	Yardlong bean	17.759	102.5853
P96	NKI	NE	Chili	17.8278	102.6193
P97	NKI	NE	Chili	17.8177	102.336
P98	NKI	NE	Chili	17.9601	102.5311
P99	NKI	NE	Chili	18.0147	102.3805
P100	NKI	NE	Chili	107.9769	102.4378

[a] Province code: CMI=Chiang Mai, LPN=Lamphun, PRE= Phrae, UTT=Uttaradit, STI=Sukhothai, PLK=Phitsanulok, NSN=Nakhon Sawan, PCT=Phichit, PNB=Phetchabun, SPB=Suphan Buri, NPT=Nakhon Pathom, RBR=Ratchaburi, KRI=Kanchanaburi, PBI=Phetchaburi, SNK=Sakon Nakhon, KKN=Khon Kaen, KSN=Kalasin, NKI=Nong Khai

[b] Region divided by the four-region system, code: N=North, C=Central, NE=Northeast

Table 2 Percentage of survival and resistance level (susceptible, S; developing resistance, D; resistant, R) of goosegrass populations after herbicide application.

Population	Percentage of Survival					Resistance Level				
	Feno	Flua	Halo	Prop	Quiz	Feno	Flua	Halo	Prop	Quiz
P1	40	12	3	20	3	R	D	D	D	D
P2	23	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P3	30	3	0	0	0	R	D	S	S	S
P4	20	0	0	0	0	D	S	S	S	S
P5	17	3	0	10	0	D	D	S	D	S
P6	50	10	3	13	4	R	D	D	D	D
P7	37	0	3	0	0	R	S	D	S	S
P8	53	20	33	37	20	R	D	R	R	D
P9	19	0	0	7	0	D	S	S	D	S
P10	53	0	0	0	7	R	S	S	S	D
P11	30	0	0	17	0	R	S	S	D	S
P12	20	30	17	0	0	D	R	D	S	S
P13	59	7	3	0	3	R	D	D	S	D
P14	23	4	0	7	0	R	D	S	D	S
P15	10	0	0	0	0	D	S	S	S	S
P16	38	10	0	30	3	R	D	S	R	D
P17	57	0	0	0	0	R	S	S	S	S

Table 2 Percentage of survival and resistance level (susceptible, S; developing resistance, D; resistant, R) of goosegrass populations after herbicide application. (continue)

Population	Percentage of Survival					Resistance Level				
	Feno	Flua	Halo	Prop	Quiz	Feno	Flua	Halo	Prop	Quiz
P18	97	83	93	23	14	R	R	R	R	D
P19	17	0	0	0	3	D	S	S	S	D
P20	13	0	0	0	0	D	S	S	S	S
P21	40	0	0	3	0	R	S	S	D	S
P22	0	0	0	0	0	S	S	S	S	S
P23	77	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P24	47	33	17	17	13	R	R	D	D	D
P25	87	57	55	40	45	R	R	R	R	R
P26	87	93	73	77	77	R	R	R	R	R
P27	83	93	83	87	60	R	R	R	R	R
P28	48	0	7	7	7	R	S	D	D	D
P29	43	7	13	0	7	R	D	D	S	D
P30	30	23	47	27	33	R	R	R	R	R
P31	70	83	87	80	90	R	R	R	R	R
P32	77	23	17	7	30	R	R	D	D	R
P33	47	13	25	23	10	R	D	R	R	D
P34	80	80	70	87	87	R	R	R	R	R
P35	83	17	10	50	27	R	D	D	R	R
P36	23	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P37	53	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P38	23	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P39	66	0	0	0	3	R	S	S	S	D
P40	13	3	0	3	0	D	D	S	D	S
P41	23	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P42	39	27	3	7	23	R	R	D	D	R
P43	50	4	0	0	0	R	D	S	S	S
P44	23	0	0	0	7	R	S	S	S	D
P45	0	0	0	0	14	S	S	S	S	D
P46	50	20	10	3	10	R	D	D	D	D
P47	20	0	0	3	3	D	S	S	D	D
P48	17	0	3	0	10	D	S	D	S	D
P49	37	17	7	3	3	R	D	D	D	D

Table 2 Percentage of survival and resistance level (susceptible, S; developing resistance, D; resistant, R) of goosegrass populations after herbicide application. (continue)

Population	Percentage of Survival					Resistance Level				
	Feno	Flua	Halo	Prop	Quiz	Feno	Flua	Halo	Prop	Quiz
P50	20	3	0	0	0	D	D	S	S	S
P51	37	3	10	10	7	R	D	D	D	D
P52	41	11	10	3	13	R	D	D	D	D
P53	43	40	53	50	20	R	R	R	R	D
P54	27	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P55	14	13	0	0	0	D	D	S	S	S
P56	47	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P57	57	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P58	100	87	80	80	93	R	R	R	R	R
P59	57	63	73	83	90	R	R	R	R	R
P60	7	33	3	0	0	D	R	D	S	S
P61	97	0	0	7	0	R	S	S	D	S
P62	97	93	60	53	63	R	R	R	R	R
P63	27	0	30	0	0	R	S	R	S	S
P64	63	0	27	0	7	R	S	R	S	D
P65	100	90	60	100	97	R	R	R	R	R
P66	20	0	0	3	0	D	S	S	D	S
P67	17	0	0	0	0	D	S	S	S	S
P68	97	83	66	90	80	R	R	R	R	R
P69	43	13	13	3	13	R	D	D	D	D
P70	40	37	40	20	39	R	R	R	D	R
P71	73	0	30	0	0	R	S	R	S	S
P72	93	90	60	83	93	R	R	R	R	R
P73	80	57	20	23	33	R	R	D	R	R
P74	30	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P75	57	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P76	67	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P77	80	17	0	0	0	R	D	S	S	S
P78	63	13	13	0	3	R	D	D	S	D
P79	53	3	0	0	0	R	D	S	S	S
P80	100	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P81	67	0	0	0	0	R	S	S	S	S

Table 2 Percentage of survival and resistance level (susceptible, S; developing resistance, D; resistant, R) of goosegrass populations after herbicide application. (continue)

Population	Percentage of Survival					Resistance Level				
	Feno	Flua	Halo	Prop	Quiz	Feno	Flua	Halo	Prop	Quiz
P82	100	0	3	0	0	R	S	D	S	S
P83	70	83	90	90	80	R	R	R	R	R
P84	100	100	100	100	70	R	R	R	R	R
P85	43	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P86	13	0	3	0	0	D	S	D	S	S
P87	30	7	0	0	7	R	D	S	S	D
P88	63	33	7	20	27	R	R	D	D	R
P89	47	13	7	7	10	R	D	D	D	D
P90	23	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P91	33	0	0	0	0	R	S	S	S	S
P92	17	0	0	0	0	D	S	S	S	S
P93	20	0	0	0	0	D	S	S	S	S
P94	23	0	0	30	0	R	S	S	R	S
P95	13	0	10	3	0	D	S	D	D	S
P96	63	60	39	57	70	R	R	R	R	R
P97	14	0	23	0	0	D	S	R	S	S
P98	10	3	0	3	3	D	D	S	D	D
P99	77	79	46	67	30	R	R	R	R	R
P100	90	33	27	62	37	R	R	R	R	R

Feno = fenoxaprop-P-ethyl, Flua=fluazifop-P-butyl, Halo=haloxyfop-R-methyl,

Prop=propaquizafop, Quiz= quizalofop-P-tefuryl

Table 3 Resistance level of goosegrass populations to aryloxyphenoxy-propionate herbicides.

Herbicides	Application rate (g ai/rai)	Susceptible[a]	Developing resistant	Resistant
		Population (%)[b]		
fenoxaprop-P-ethyl	22.08	2	21	77
fluazifop-P-butyl	36.00	47	26	27
haloxyfop-R-methyl	21.60	49	25	26
propaquizafop	15.00	50	25	25
quizalofop-P-tefuryl	12.80	49	28	23

[a] Level of herbicide resistance: 0% survival = susceptible population; 1-20% survival = developing resistant population; >20% survival = resistant population (Llewellyn and Powles, 2001)

[b] Percent of 100 goosegrass populations for each herbicide

Table 4 Level of resistant goosegrass populations to aryloxyphenoxy-propionate herbicides grouped by region.

Herbicides	Application rate (g ai/rai)	Susceptible[a]			Developing resistant			Resistant		
		North	Central	Northeast	North	Central	Northeast	North	Central	Northeast
		Population (%)[b]								
fenoxaprop-P-ethyl	22.08	3.8	0	0	20.8	6.9	44.4	75.4	93.1	55.6
fluazifop-P-butyl	36.00	43.4	44.8	61.1	34.0	17.2	16.7	22.6	38	22.2
haloxyfop-R-methyl	21.60	51.0	41.4	55.6	30.2	17.2	22.2	18.8	41.4	22.2
propaquizafop	15.00	45.3	58.6	50.0	32.1	10.4	27.8	22.6	31	22.2
quizalofop-P-tefuryl	12.80	41.5	55.2	61.1	41.5	10.3	16.7	17	34.5	22.2

[a] Level of herbicide resistance: 0% survival = susceptible population; 1-20% survival = developing resistant population; >20% survival = resistant population (Llewellyn and Powles, 2001)

[b] Percent of goosegrass populations in each region: North (N=53), Central (N=31), and Northeast (N=16) for each herbicide

Table 5 GR_{50} values (g.ai/rai) and resistance ratios for resistant (P26 and P58) and susceptible (S from P22) goosegrass populations to aryloxyphenoxy-propionate herbicides.

Herbicide	Population	GR_{50}	(SE)[a]	Resistance ratio (R:S)
fenoxaprop-P-ethyl	P26	3.36	(2.06)	112.00
	P58	6.05	(2.92)	201.67
	S	0.03	(0.02)	
fluazifop-P-butyl	P26	146.42	(53.07)	3660.50
	P58	133.85	(38.45)	3346.25
	S	0.036	(0.038)	
haloxyfop-R-methyl	P26	134.33	(20.82)	383.80
	P58	152.28	(48.32)	435.09
	S	0.35	(0.25)	
propaquizafop	P26	75.15	(13.87)	1252.50
	P58	45.43	(13.62)	757.17
	S	0.06	(0.05)	
quizalofop-P-tefuryl	P26	15.45	(5.93)	28.09
	P58	5.20	(2.41)	9.45
	S	0.55	(0.23)	

[a] Standard errors for estimated GR_{50} values are in parenthesis.

Table 6 Efficacy of pre-emergence herbicides on Goosegrass control at 30 days after application in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Weed control[a]	WCE(%)[b]	WI(%)[c]
metribuzin	70	10	100	100
flumioxazin	5	10	100	100
oxyfluorfen	35.25	7	79	72
oxadiazon	75	10	100	100
acetochlor	200	10	100	100
butachlor	240	10	100	100
S-metolachlor	96	10	100	100
alachlor	312	10	100	100
sulfentrazone	22.4	10	100	100
pendimetalin	214.5	10	100	100
control		0	0	0

[a] Weed control was assessed by visual rate from 0-10 0=no control 1-3=slightly control, 4-6=moderately control, 7-9 = good control, 10=completely control [b] WCE =Weed control efficiency (%) [c] WI=Weed control index (%)

Table 7 Effect of pre-emergence herbicides on phytotoxicity of Kale *(Brassica alboglabra)* at 30 days after germination in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Phytotoxicity Rating[a]		
		7 DAG[b]	15 DAG	30 DAG
metribuzin	70	10	10	10
flumioxazin	5	10	10	10
oxyfluorfen	35.25	3	0	0
oxadiazon	75	6	5	3
acetochlor	200	5	4	1
butachlor	240	0	0	0
S-metolachlor	96	0	0	0
alachlor	312	0	0	0
sulfentrazone	22.4	10	10	10
pendimethalin	214.5	4	4	2
control	-	0	0	0

[a] Phytotoxicity rating was assessed by visual rate from 0-10, 0 = normal 1-3 = slightly toxic 4-6 = moderately 7-9 = severely toxic 10 =completely killed, [b] DAG=Days After Germination,

Table 8 Efficacy of pre-emergence herbicides on the growth of Kale *(Brassica alboglabra)* in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Plant Number [b]	Fresh weight[c] (g/plant)
metribuzin	70	0 c[a]	0 c
flumioxazin	5	0 c	0 c
oxyfluorfen	35.25	42 a	11.5 a
oxadiazon	75	10 b	7.1 b
acetochlor	200	16 b	7.9 b
butachlor	240	50 a	12.5 a
S-metolachlor	96	34 ab	10.6 a
alachlor	312	42 a	11.2 a
sulfentrazone	22.4	0 c	0 c
pendimetalin	214.5	20 b	7.6 b
control	-	50 a	6.8 b
CV(%)		49.3	12.1

[a] Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

[b] Plant Numbers were collected 30 days after application

[c] Fresh weight were collected at 50 days old kale

Table 9 Efficacy of post-emergence herbicides on Goosegrass control at 30 days after application in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Weed control[a]	WCE(%)[b]	WI(%)[c]
topramezone	6.72	8	81	77
amicarbazone	140	10	100	100
propanil	320	6	57	56
fluazifop-P-butyl	36	2	15	10
control		0	0	0

[a] Weed control was assessed by visual rate from 0-10 0=no control 1-3=slightly control, 4-6=moderately control, 7-9 = good control, 10=completely control, [b] WCE =Weed control efficiency (%),

Table 1 0 Effect of post-emergence herbicides on phytotoxicity of Kale *(Brassica alboglabra)* at 7 15 and 30 days after application in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Phytotoxicity Rating[a]		
		7 DAA[b]	15 DAA	30 DAA
topramezone	6.72	2	2	0
amicarbazone	140	10	10	10
propanil	320	7	5	3
fluazifop-P-butyl	36	0	0	0
control		0	0	0

[a] Phytotoxicity rating was assessed by visual rate from 0-10, 0 = normal 1-3 = slightly toxic 4-6 = moderately 7-9 = severely toxic 10 =completely killed

[b] DAA=Day After Application

Table 11 Efficacy of post-emergence herbicides on growth of Kale *(Brassica alboglabra)* in greenhouse.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Plant Number [b]	Fresh weight[c] (g/plant)
topramezone	6.72	50 a [a]	12.2 a
amicarbazone	140	0 b	0 c
propanil	320	50 a	6.2 b
fluazifop-P-butyl	36	50 a	8.8 b
control	-	50 a	7.4 b
CV (%)		12.3	27.6

[a] Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

[b] Plant Numbers were collected 30 days after application

[c] Fresh weight were collected at 50 days old kale

Table 12 Effect of herbicides on phytotoxicity of Kale *(Brassica alboglabra)* in October-December 2020 and March-May 2021.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Phytotoxicity Rating [a]					
		2020			2021		
		7 DAG [b]	15 DAG	30 DAG	7 DAG	15 DAG	30 DAG
butachlor	240	0	0	0	0	0	0
alachlor	312	0	0	0	0	0	0
S -metolachlor	96	0	0	0	0	0	0
oxyfluorfen	35.25	3	0	0	2	0	0
topramezone	6.72	6	3	0	4	1	0
fluazifop-P-butyl	36	0	0	0	0	0	0
hand weeding	-	0	0	0	0	0	0
untreated check	-	0	0	0	0	0	0

[a] Phytotoxicity rating was assessed by visual rate from 0-10, 0 = normal 1-3 = slightly toxic 4-6 = moderately ,7-9 = severely toxic 10 =completely killed

[b] DAA=Days After Germination

Table 13 Efficacy of post-emergence herbicides on Goosegrass control at 15 and 30 days after application in October-December 2020 and March-May 2021.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Weed control [a]			
		2020		2021	
		15 DAA[b]	30 DAA	15 DAA	30 DAA
butachlor	240	10	9	10	10
alachlor	312	10	10	10	10
S -metolachlor	96	10	10	10	10
oxyfluorfen	35.25	10	9	10	10
topramezone	6.72	8	9	8	9
fluazifop-P-butyl	36	0	0	0	0
hand weeding	-	10	10	10	10
untreated check	-	0	0	0	0

[a] Weed control was assessed by visual rate from 0-10 0=no control 1-3=slightly control, 4-6=moderately control, 7-9 = good control, 10=completely control

[b] DAA=Days After Application

Table 14 Dry weight of weed at 30 days after application in October-December 2020 and March-May 2021.

Treatment	Rate (g ai/rai)	Dry weight of goodgrass (g)/m^2	
		2020	2021
butachlor	240	0.00 a	0.00 a
alachlor	312	0.00 a	0.00 a
S-metolachlor	96	0.00 a	0.00 a
oxyfluorfen	35.25	0.59 a	0.80 a
topramezone	6.72	0.19 a	0.48 a
fluazifop-P-butyl	36	34.67 b	60.67 b
hand weeding	-	0.00 a	0.00 a
untreated check	-	52.67 b	66.67 b
cv		67.5	79.1

Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 15 Efficacy of herbicides on growth and yield of Kale *(Brassica alboglabra)* in October-December 2020 and March-May 2021.

Treatment	Rate (g ai/rai)	2020			2021		
		Density [b] (no.of plants/m^2)	Leaf/plant [c] (no.)	Yield [c] (kg/rai)	Density (no.of plants/m^2)	leaf/plant (no.)	Yield (kg/rai)
butachlor	240	82.7 a[a]	4.8 ab	1,080.2 a	53.3 a	4.9 ab	1,013.3 a
alachlor	312	76.7 ab	4.7 ab	1,040.0 a	55.6 a	4.8 ab	926.7 a
S-metolachlor	96	80.7 a	4.8 ab	1,080.0 a	60.4 a	4.7 ab	966.7 a
oxyfluorfen	35.25	48.4 c	4.3 b	453.3 b	39.0 b	4.2 b	640.0 b
topramezone	6.72	80.0 a	5.0 ab	1,200.0 a	50.0 a	4.7 ab	1,026.7 a
fluazifop-P-butyl	36	57.3 bc	5.0 ab	413.3 b	55.7 a	4.8 ab	392.3 c
hand weeding	-	87.7 a	5.5 a	1,053.3 a	60.3 a	5.1 a	1,033.3 a
untreated check	-	73.3 ab	4.6 ab	113.3 c	52.7 a	4.8 ab	216.2 c
CV (%)		6.2	5.1	47.1	53.3 a	6.7	49.1

[a] Means followed by a same letter are not significantly difference at the 5% level by DMRT

[b] Density (no of plants/m^2) were collected at 30 days after application

[c] Leaf per plant and Yield were collected at 50 days old kale

Figure 1 Sampling locations of goosegrass populations that found in field and vegetable crops of Thailand in 2018 (Provinces by regions: North= Chiang Mai, Lamphun, Phrae, Uttaradit, Sukhothai, Phitsanulok, Nakhon Sawan, Phichit, and Phetchabun; Central= Suphan Buri, Nakhon Pathom, Ratchaburi, Kanchanaburi, and Phetchaburi; Northeast=Sakon Nakhon, Khon Kaen, Kalasin, and Nong Khai)

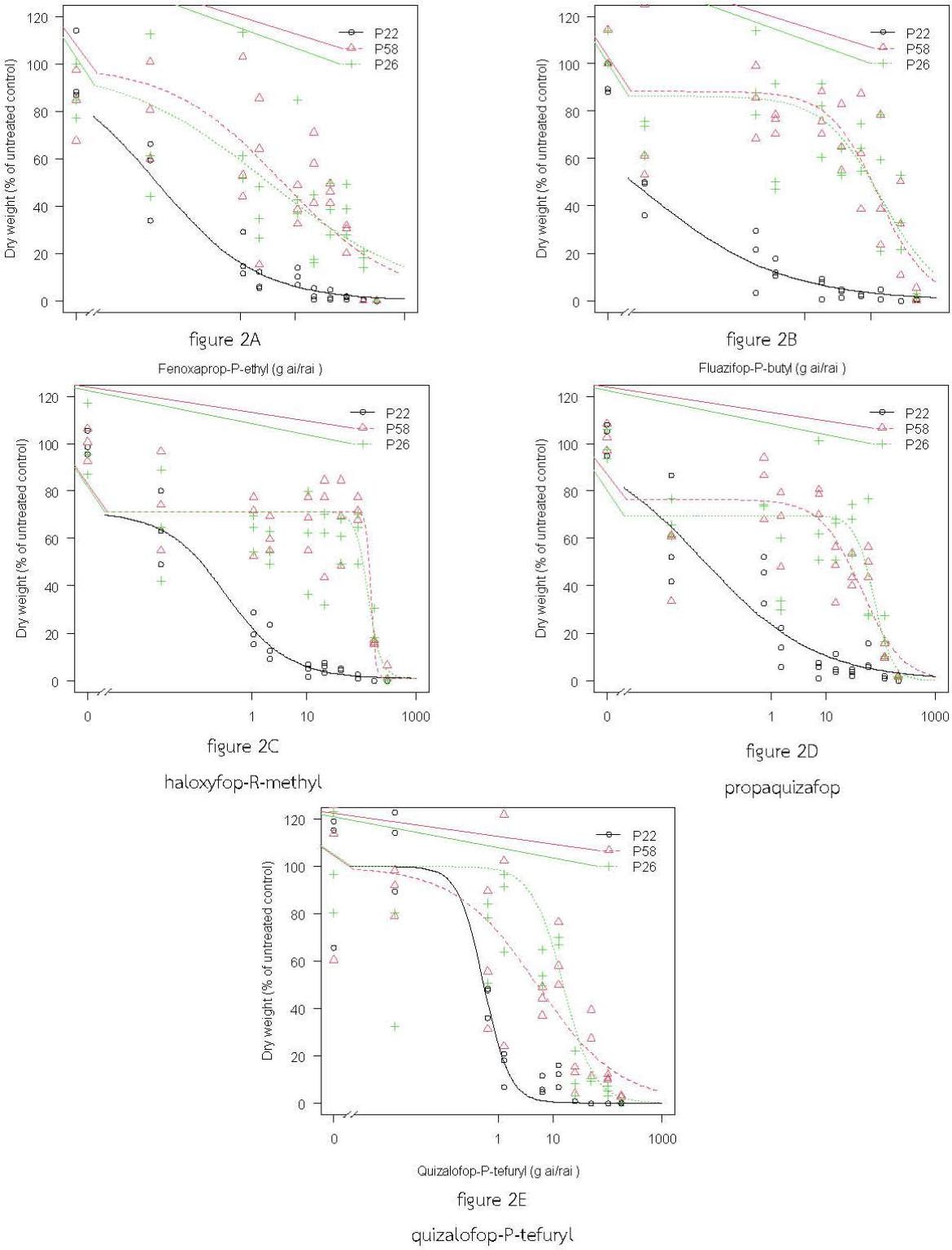


Figure 2 Shoot biomass of aryloxyphenoxy-propionate resistant (P26 and P58) and susceptible (P22) goosegrass populations after treated by (A) fenoxaprop - P-ethyl, (B) fluazifop - P-butyl, (C) haloxyfop-R-methyl, (D) propaquizafop, and (E) quizalofop-P-tefuryl.

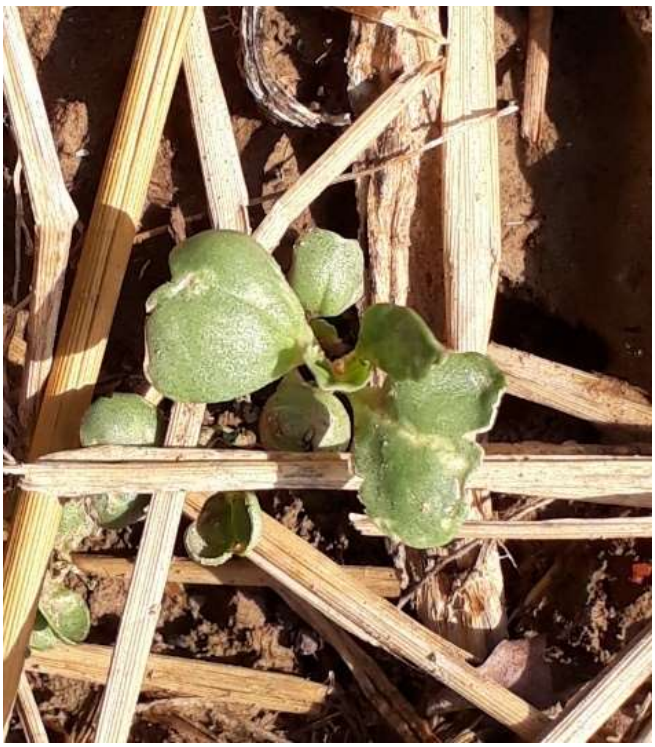


Figure 3 Leaf strapping and marginal necrosis caused by oxyfluorfen on Kale *(Brassica alboglabra)*

Figure 4 Bleaching caused by topramezone on Kale *(Brassica alboglabra)*

ชนิดและศักยภาพของบั่วตัวห้ำในการควบคุมเพลี้ยแป้ง

Species and Potential of Gall Midge Predator for control Mealybugs

ประภัสสร เชยคำแหง สาทิพย์ มาลี ยุวรินทร์ บุญทบ

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The purpose of this experiment is to study the life cycle. and potential of lotus for mealybug control conducted an experiment By survey, collect and find the five-tailed lotus larvae in Nakhon Ratchasima province in June 2019 and Phitsanulok province in September 2019 for preliminary classification. lotus found in the genus Dicrodiplosis sp. Life cycle duration from egg, worm, pupa, and adult were 2-3, 10-11, 7-9 and 3-4 days respectively. Approximately 22-27 days, adults look like small mosquitoes. The larvae look like caterpillars. The larvae when hatched from the first eggs have a white body. When starting to eat, the caterpillars gradually turn red-orange. The caterpillars live under the mealybug eggs. eat aphid eggs as food and can eat mealybugs at any stage Throughout the life cycle of one flea larvae can eat an average of 1,596.9 eggs of mealybugs. It can eat an average of 880.6 adult mealybugs.

รหัสการทดลอง 03-05-59-01-01-00-15-62

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาวงจรชีวิต และศักยภาพของบั่วตัวห้ำ เพื่อการควบคุมเพลี้ยแป้งได้ดำเนินการทดลอง โดยการสำรวจรวบรวม และพบ ตัวหนอนบั่วตัวห้ำที่ จ.นครราชสีมา ในเดือน มิถุนายน 2562 และ ที่ จ. พิษณุโลก เดือน กันยายน 2562 ในการจำแนกชนิดเบื้องต้นของบั่วตัวห้ำ ที่พบจัดอยู่ในสกุล *Dicrodiplosis* sp ศึกษาวงจรชีวิต ระยะเวลา จาก ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยเป็น 2-3, 10-11, 7-9 และ 3-4 วันตามลำดับ วงจรชีวิตของบั่วตัวห้ำจากไข่ถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลา ประมาณ 22-27 วัน ตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายยุงตัวเล็ก ตัวอ่อนมีลักษณะเหมือนหนอนแมลงวัน ตัวหนอนเมื่อฟักออกมาจากไข่แรกๆจะมีลำตัวสีขาว เมื่อเริ่มกินอาหารตัวหนอนจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีแดงอมส้ม ตัวหนอนจะอาศัยอยู่ใต้กลุ่มไข่เพลี้ยแป้ง กินไข่เพลี้ยเป็นอาหาร และสามารถกินเพลี้ยแป้งได้ทุกระยะ ตลอดวงจรชีวิตของตัวหนอนบั่วตัวห้ำ 1 ตัว สามารถกินไข่เพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 1,596.9 ฟอง และถ้าให้อาหารเป็นเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย สามารถกินเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัยได้เฉลี่ยถึง 880.6 ตัว

คำหลัก : บั่วตัวห้ำ (gall midges) เพลี้ยแป้ง การสำรวจแมลงศัตรูธรรมชาติ ศักยภาพ

คำนำ

บั่ว (gall midges) เป็นแมลงใน อันดับ Diptera บั่วตัวห้ำ จัดอยู่ในวงศ์ Cecidomyiidae เป็นวงศ์เดียวกับบั่วศัตรูพืช บั่วตัวห้ำ ตัวเต็มวัยมีขนาดเล็กบอบบาง ตัวหนอนสีแดง จากรายงานของ Daane et al.(2008)พบว่าที่รัฐแคลิฟอร์เนียพบบั่วตัวห้ำชนิด *Dicrodiplosis california* Felt ซึ่งตัวหนอนเป็นตัวห้ำของเพลี้ยแป้งในองุ่น ตัวเต็มวัยจะวางไข่ไว้ใกล้ๆกับถุงไข่ของเพลี้ยแป้ง และเมื่อไข่ฟักก็จะกินไข่เพลี้ยแป้งและตัวอ่อนเพลี้ยแป้งเป็นอาหารจนกระทั่งเข้าดักแด้ทิ้งตัวลงด้านล่าง ในประเทศนิวซีแลนด์ มีรายงานว่า บั่ว *Diadiplosis koebelei* (Koebele) สามารถลดการระบาดของเพลี้ยแป้งได้ถึง 30 % (Charles 1985) เนื่องจากในการศึกษาการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งใน กลุ่มงานวิจัยการ

ปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ มีการลี้ยงเพลี้ยแป้งในห้องปฏิบัติการเพื่อเป็นเหยื่ออาหารของแมลงศัตรูธรรมชาติ แต่ในปี 2561 มีช่วงหนึ่งการเลี้ยงหยุดชะงักเนื่องจากเพลี้ยแป้งไม่เจริญเติบโตในห้องเลี้ยงเพลี้ยแป้ง ทำให้ไม่มีเพลี้ยแป้งที่จะเลี้ยงแมลงศัตรูธรรมชาติ เมื่อสังเกตดูพบว่ามีหนอนสีแดงเจริญเติบโตอยู่ใต้กลุ่มไข่ของเพลี้ยแป้ง พบตัวเต็มวัยบั่วเต็มห้องเลี้ยง จึงเป็นปัญหาหนึ่งในการเลี้ยงศัตรูธรรมชาติ แต่เป็นเรื่องที่ดีที่ทำให้เราพบว่ามีศัตรูธรรมชาติที่ช่วยทำลายเพลี้ยแป้งได้อีกชนิดหนึ่ง ในเบื้องต้นก็ควรศึกษาชีววิทยา และนิเวศวิทยาทั่วไปของบั่วชนิดนี้เพื่อนำไปเลี้ยงขยาย และสามารถนำมาใช้ควบคุมเพลี้ยแป้งได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของบั่วตัวห้ำเพื่อการควบคุมเพลี้ยแป้ง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- แมลงบั่วตัวห้ำ
- เพลี้ยแป้ง
- ฟักทอง
- กล่องขนาด กxยxส 18 x 26 x 10 ซม.
- กล่องขนาด กxยxส 8 x 12 x 6 ซม.
- ตะกร้าพลาสติกขนาด กxยxส 35 x 45 x 12 ซม.
- ผ้าขาวบาง ยางยืด ผ้าตาข่าย
- กรงตาข่าย ขนาด กxยxส 45 x 45 x 22 ซม.
- กระดาษทิชชู สำลี น้ำผึ้ง

วิธีการ

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. สำรวจ รวบรวมบั่วตัวห้ำจากแปลงปลูกพืช (2562)

ขั้นตอนที่ 2. เลี้ยงขยายเพลี้ยแป้งบนฟักทอง เพื่อใช้เป็นเหยื่ออาหารของบั่วตัวห้ำ(2562)

ขั้นตอนที่ 3. ศึกษาชีววิทยาของบั่วตัวห้ำ(2562-2563)

ขั้นตอนที่ 4. ศึกษาศักยภาพของบั่วตัวห้ำควบคุมเพลี้ยแป้งในห้องปฏิบัติการ (2564)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1. สำรวจ รวบรวมบั่วตัวห้ำจากแปลงปลูกพืช (2562)

ทำการเก็บรวบรวมบั่วตัวห้ำจากแปลงปลูกพืชที่มีเพลี้ยแป้งลงทำลาย เช่น น้อยหน่า ชบา กระเจี๊ยบเขียว พริก มะเขือเปราะ มะเขือพวง มะเขือเทศ ลั่นทม ทานตะวัน เป็นต้น นำกลับมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ นำส่งกลุ่มอนุกรมวิธาน เพื่อตรวจจำแนกชนิด

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกสถานที่ พืช วัน เดือน ปี ที่เก็บ
- จำนวนบั่วตัวห้ำที่พบ
- ชนิดบั่วที่สำรวจพบ

ขั้นตอนที่ 2. เลี้ยงขยายเพลี้ยแป้งบนฟักทอง เพื่อใช้เป็นเหยื่ออาหารของบั่วตัวห้ำ(2562)

1.เก็บรวบรวมเพลี้ยแป้งในแหล่งที่มีการระบาด

2.เตรียมผลฟักทองซึ่งใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับเพลี้ยแป้ง เลือกฟักทองผลขนาดเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 17-20 เซนติเมตร ผลสดสีเขียว ล้างดินออกให้สะอาด ผึ่งให้แห้งสนิท

3.นำฟักทองวางลงในตะกร้าพลาสติกขนาด 35×45×12 เซนติเมตร รองผลฟักทอง ด้วยจานรองเพื่อชะลอการเน่าเละของผลฟักทอง ประมาณ 4 -5 ผล / กล่อง

4.นำเพลี้ยแป้งที่เก็บมาวางบนผลฟักทอง คลุมกล่องด้วยผ้าตาข่ายไนลอนเพื่อ ระบายอากาศ

5.นำกล่องเลี้ยงเพลี้ยแป้งวางบนถาดที่หล่อน้ำไว้ เพื่อเป็นการป้องกันมิให้เกิดการแพร่กระจายของเพลี้ยแป้งไปยังที่อื่นๆ จากนั้นประมาณ 10 วัน เพลี้ยแป้งจะย้ายจากพืชเดิมลงไปอยู่บนผลฟักทอง

6.ปล่อยให้เพลี้ยแป้งเจริญเติบโตเต็มผลฟักทองประมาณ 15 วัน และจึงนำมาใช้ เลี้ยงบั่วตัวห้ำ

การบันทึกข้อมูล

- ชนิดของเพลี้ยแป้ง
- จำนวนฟักทองที่ใช้

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาชีววิทยาของบั่วตัวห้ำ (2562-2563)

1.นำตัวเต็มวัยบั่วตัวห้ำ จำนวน ๒๐ คู่มาเลี้ยงในกรงตาข่าย ขนาด (กxยxส) 45 x 45 x 22 ซม. ใส่ผลฟักทองที่มีเพลี้ยแป้งไว้ในกรง รองด้วยกระดาษกรองที่มีความชื้น

2.เมื่อพบการวางไข่ของบั่วตัวห้ำ แยกฟักทองออกจากกรงเก็บใว้ในกล่องขนาด 35x45x12 เซนติเมตร สังเกตการณ์ เจริญเติบโตของบั่วตัวห้ำและพฤติกรรมจนครบวงจรชีวิต

การบันทึกข้อมูล

- จรชีวิต ระยะเวลา ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาศักยภาพของบั่วตัวห้ำควบคุมเพลี้ยแป้งในห้องปฏิบัติการ (2564)

นำตัวหนอนบั่วตัวห้ำ จาก stock culture จำนวน 30 ตัว มาแยกเลี้ยงแต่ละตัวบนผลฟักทองที่มีเพลี้ยแป้งให้เป็นอาหารทุกวันให้ในปริมาณที่เพียงพอ นับจำนวนเพลี้ยแป้งที่ถูกกินทุกวัน จนกระทั่งตัวหนอนเข้าดักแด้

การบันทึกข้อมูล

- จำนวนเพลี้ยแป้งที่ถูกกิน

เวลาและสถานที

- ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2564
- ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ได้สำรวจ และเก็บรวบรวม บั่วตัวห้ำ ระหว่างเดือน ธันวาคม 2561- ธันวาคม 2562 พบตัวหนอนบั่วตัวห้ำที่ จ.นครราชสีมา ในเดือน มิถุนายน 2562 และ ที่ จ. พิษณุโลก เดือน กันยายน 2562 แต่หลังจากนั้น กลับไปสำรวจเพิ่มเติมอีกในเดือน พฤศจิกายน และ ธันวาคม 2562 ไม่พบบั่วตัวห้ำ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Majid *et al.*(2011) กล่าวว่าแมลงศัตรูธรรมชาติ ชนิดนี้พบได้ในช่วง เดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน เท่านั้น ในการจำแนกชนิดเบื้องต้น ของบั่วตัวห้ำ ที่พบอยู่ในสกุล *Dicrodiplosis* sp. เมื่อพบตัวอ่อนบั่วตัวห้ำ ได้นำกลับมาเลี้ยงเพื่อศึกษาวงจรชีวิตในห้องปฏิบัติการ บั่วตัวห้ำจัดอยู่ในสกุล *Dicrodiplosis* sp.ดังกล่าว ตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายยุงตัวเล็ก ตัวอ่อนมีลักษณะเหมือนหนอนแมลงวัน ตัวหนอนเมื่อฟักออกมาจากไข่แรกๆจะมีลำตัวสีขาว

และจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีแดงอมส้ม เมื่อกินอาหาร ตัวหนอนอาศัยอยู่ใต้กลุ่มไข่เพลี้ยแป้ง กินไข่เพลี้ยแป้งเป็นอาหาร สามารถกินเพลี้ยแป้งได้ทุกระยะ วงจรชีวิตของบั่วตัวห้ำจากไข่ถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลาประมาณ 22-27 วัน ระยะเวลา จาก ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย เป็น 2-3, 10-11, 7-9 และ 3-4 วันตามลำดับ ((ตารางที่2) และจากการศึกษาศักยภาพของบั่วตัวห้ำ ในการกินเพลี้ยแป้งในห้องปฏิบัติการพบว่า ตลอดวงจรชีวิตของตัวหนอนบั่วตัวห้ำ 1 ตัว สามารถกินไข่เพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 1,596.9 ฟอง และถ้าให้อาหารเป็นเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย สามารถกินเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัยได้เฉลี่ยถึง 880.6 ตัว

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

สำรวจพบตัวหนอนบั่วตัวห้ำที่ จ.นครราชสีมา ในเดือน มิถุนายน 2562 และ ที่ จ. พิษณุโลก เดือนกันยายน 2562 ในการจำแนกชนิดเบื้องต้น ของบั่วตัวห้ำ อยู่ในสกุล *Dicrodiplosis* sp. วงจรชีวิตของบั่วตัวห้ำจากไข่ถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลาประมาณ 22-27 วัน ระยะเวลา จาก ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยเป็น 2-3, 10-11, 7-9 และ 3-4 วันตามลำดับ ตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายยุงตัวเล็กตัวอ่อนมีลักษณะเหมือนหนอนแมลงวัน ตัวหนอนเมื่อฟักออกมาจากไข่แรกๆจะมีลำตัวสีขาว และจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีแดงอมส้ม เมื่อกินอาหาร ตัวหนอนอาศัยอยู่ใต้กลุ่มไข่เพลี้ยแป้ง กินไข่เพลี้ยเป็นอาหาร สามารถกินเพลี้ยแป้งได้ทุกระยะ ตลอดวงจรชีวิตของตัวหนอนบั่วตัวห้ำ 1 ตัว สามารถกินไข่เพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 1,596.9 ฟอง และถ้าให้อาหารเป็นเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย สามารถกินเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัยได้เฉลี่ยถึง 880.6 ตัว

เอกสารอ้างอิง

Charles JG.(1985) Diadiplosis koebelei Koebele (Diptera : Cecidomyiidae) , a predater of Pseudccocus longispinus T-T (Homoptera : Pseudococcidae), newly recorded from New Zealand. N Zeal J Zool. 1985. 12:3.

Daane KM, Cooper,Triapitsyn, Walton M, Yokota, Haviland R, Bentley J, Godfrey, Wunderlich (2008). Vineyard managers and researchers seek sustainable Solutions for mealybugs, a changing pest complex in California Agriculture 62(4) : 167-176. DOI 10.3733/ca.v062n04p167. October- December 2008.

Majid Fallahzadeh, George Japoshvili, Nazila Saghaei, Kent. M. Daane. (2011) Natural Enemies of *Planococcus ficus* (Pseudococcidae) in Fars Provnce Vineyard Iran. Biocontrol Science and Technology, April 2011. 21 (4): 427-433.

Table 1 Locations and survey results of mealybugs infested with mealybugs during December 2018 - December 2019.

เดือน	สถานที่	บั่วตัวห้ำ
ธันวาคม 2561	ปทุมธานี , นครปฐม	ไม่พบ
มกราคม 2562	ปทุมธานี , นครปฐม	ไม่พบ
กุมภาพันธ์ 2562	นครสวรรค์, สุโขทัย ตาก	ไม่พบ
มีนาคม 2562	จันทบุรี,ปราจีนบุรี,สระแก้ว	ไม่พบ
เมษายน 2562	นครราชสีมา	ไม่พบ
พฤษภาคม 2562	ปทุมธานี , นครปฐม,ปราจีนบุรี	ไม่พบ
มิถุนายน 2562	นครราชสีมา	พบ
กรกฎาคม ๒562	ปทุมธานี นครราชสีมา กาญจนบุรี	ไม่พบ
สิงหาคม 2562	ปทุมธานี กาญจนบุรี ราชบุรี	ไม่พบ
กันยายน 2562	พิษณุโลก เพชรบูรณ์	พบ
ตุลาคม 2562	ปทุมธานี , นครปฐม	ไม่พบ
พฤศจิกายน 2562	พิษณุโลก	ไม่พบ
ธันวาคม 2562	นครราชสีมา	ไม่พบ

Table 2 Growth time of Dicrodiplosis sp. in the laboratory.

ระยะการเจริญเติบโต	จำนวน	ระยะเวลา (วัน)
ไข่	20	2-3
ตัวหนอน	20	10-11
ดักแด้	20	7-9
ตัวเต็มวัย	20	3-4
ระยะไข่-ตัวเต็มวัย		22-27

ภาพที่ 1 ไข่

ภาพที่ 2 ตัวอ่อนบั่วตัวห้ำ

ภาพที่ 3 ตัวอ่อนบั่ว

ภาพที่ 4 ตัวเต็มวัยบั่วตัวห้ำ

การคัดเลือกชนิดและศักยภาพของไส้เดือนฝอยในวงศ์ Rhabditidae ในการกำจัดหอยศัตรูพืช

Isolation and Potential of Gastropod Parasitic Nematodes in the Family Rhabditidae

อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข[1/] ดาราพร รินทะรักษ์[1/]
ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล[1/] ไตรเดช ข่ายทอง[2/]
[1/]กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Mollusk parasitic nematodes in the Family Rhabditidae were isolated and screened as the potential biocontrol agents for pest snail control from October 2019 to September 2021. Total 105 samples of *Succinea*, 85 samples of *Prosopeas walker*, 43 samples of *Allopeas gracile* and 21 samples of *Bradybaena* were collected. One soil sample from Kanchanaburi Province and one from Phetchabun Province were also sampled. Seven isolates (11%: Kan01, PCB1, PCB2, PCB3, PCB4, PCB5 and PCB6) out of total 66 isolates, from 254 living snails, possess good potential as the biocontrol agents for pest snail. These promising isolates should be further cultivated for commercial purposes and should benefit the organic farming system.

Keywords: species, isolation, potential, snail control, nematode, pest snail,Rhabditidae

รหัสการทดลอง 03-05-59-01-01-00-20-63

บทคัดย่อ

ดำเนินการศึกษาชนิดของไส้เดือนฝอยในวงศ์ Rhabditidae ที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชตั้งแต่เดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนกันยายน 2563 ได้ตัวอย่างหอย *Succinea* จำนวน 40 ตัวอย่าง หอยเจดีย์ใหญ่ *Prosopeas walkeri* จำนวน 67 ตัวอย่าง และหอยเจดีย์เล็ก *Allopeas gracile* 17 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินจากสวนกล้วยไม้จังหวัดกาญจนบุรีจำนวน 1 ตัวอย่าง สามารถคัดแยกไส้เดือนฝอยจากตัวอย่างหอย *Succinea* ที่ตายลงได้ 10 ไอโซเลต และไส้เดือนฝอยจากตัวอย่างหอย *Prosopeas walkeri* ที่ตายลงได้ 2 ไอโซเลต พบว่าสามารถเลี้ยงให้รอดชีวิตบนอาหารวุ้น Nigon medium ได้เพียง 2 ไอโซเลต พบว่าไส้เดือนฝอยไอโซเลต Kan01 จากจังหวัดกาญจนบุรีทำให้หอยซัคซีเนียตาย 100% ภายใน 24 ชั่วโมง

คำหลัก : ชนิด การคัดแยก ศักยภาพ กำจัดหอย ไส้เดือนฝอย หอยศัตรูพืช Rhabditidae

คำนำ

การเกษตรกรรมเป็นหนึ่งในอาชีพหลักที่สำคัญของประเทศไทย ผลผลิตเกษตรสร้างรายได้ให้กับประเทศมากกว่าพันล้านบาทต่อปี อย่างไรก็ตามผลผลิตเกษตรเกิดความเสียหายเนื่องจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช หนึ่งในศัตรูพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายให้กับผลผลิตเกษตร ได้แก่กลุ่มหอยศัตรูพืช ทั้งนี้หอยศัตรูพืชหลายชนิดดังเช่นหอยดักดาน (*Cryptozona*) หอยซัคซีเนีย (*Succinea*) หอยทากยักษ์แอฟริกา (*Lissachatina fulica*) ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผัก และไม้ดอกไม้ประดับ หอยเชอรี่ (*Pomacea*) ก่อให้เกิดความเสียหายแก่พืชปลูกเช่น ข้าวและพืชน้ำหลายชนิด หอยคัน (*Radix*) ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ไม้น้ำประดับ

กรมวิชาการเกษตรทำการวิจัยด้านการอารักขาพืชเพื่อป้องกันกำจัดหอยศัตรูพืช ได้คำแนะนำให้ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดหอยศัตรูพืช อย่างไรก็ตามมีข้อจำกัดที่สำคัญคือการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเกษตรซึ่งไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย และอาจมีผลกระทบต่อพืชปลูกทำให้ไม่เจริญเติบโตและตายลง อีกทั้งยังไม่เอื้อต่อระบบเกษตรอินทรีย์ซึ่งปลอดจากสารเคมี ทั้งนี้เพื่อให้กำจัดหอยศัตรูพืชในแปลงปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นต้องวิจัยการกำจัดหอยศัตรูพืชโดยไม่ใช้สารเคมีโดยทางเลือกที่เป็นไปได้คือการจัดการหอยศัตรูพืชโดยชีววิธี

การจัดการหอยศัตรูพืชโดยชีววิธี จะใช้สิ่งมีชีวิตหรือผลผลิตจากสิ่งมีชีวิตอื่นในการป้องกันกำจัดหอยศัตรูพืช สิ่งมีชีวิตหลายชนิดมีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชโดยเฉพาะกลุ่มของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์กลุ่มที่น่าสนใจคือแบคทีเรียกลุ่ม *Streptomyces* เนื่องจากมีความหลากหลายระดับสปีชีส์สูง อีกทั้งยังสร้างสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิหลายชนิด ซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น การต้านเชื้อจุลินทรีย์ (anti-biotic) การต้านปรสิต (anti-parasite) และการฆ่าหอย (molluscicide) ดังนั้นการศึกษานี้จะทำการค้นหาและคัดเลือกชนิดแบคทีเรียกลุ่ม *Streptomyces* ที่มีศักยภาพในการกำจัด

หอยศัตรูพืช ผลจากการศึกษานี้จะทำให้ได้แบคทีเรียกลุ่ม *Streptomyces* ที่มีประสิทธิภาพนำไปพัฒนาต่อ สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอ้างอิงเชิงวิชาการ และนำไปใช้ควบคุมหอยศัตรูพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง autoclave
2. เครื่องอบลมร้อน
3. ตู้เย็น
4. ตู้เขี่ยเชื้อและตู้ปลอดเชื้อ
5. เครื่องให้ความชื้นและตู้กระจก
6. กล้องจุลทรรศน์
7. ตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ
8. เครื่องชั่ง
9. เครื่องแก้ว
10. สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ
11. หลอด microcentrifuge หลอดพลาสติก และหลอดทดลอง
12. Loop และ needle
13. ลวดไทเทเนียมสำหรับเขี่ยไส้เดือนฝอย
14. ตะเกียงแอลกอฮอล์
15. Pipette
16. พาราฟิล์ม
17. ถุงพลาสติกและหนังยาง
18. กล่องพลาสติก
19. กระดาษทิชชู
20. อาหารปลาชนิดเม็ดและผักสด
21. ต้นกล้วยไม้และกล้าไม้เลี้ยงหอย

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างดินและหอย

เก็บตัวอย่างดิน และวัสดุอินทรีย์ดังเช่นเปลือกไม้ เศษใบไม้ จากระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่หอยอาศัยอยู่ บันทึกลักษณะของระบบนิเวศและชนิดหอยที่พบบริเวณนั้น จากแปลงปลูกกล้วยไม้ในจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรี สมุทรสาคร และนครราชสีมา และตามธรรมชาติทั่วประเทศ ได้แก่ ภาคกลาง จังหวัดนครนายก สุพรรณบุรี ปราจีนบุรี และลพบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัด จันทบุรี

ระยอง และตราด ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี ตาก และประจวบคีรีขันธ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิ เลย และอุบลราชธานี ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และเพชรบูรณ์ ภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง เก็บตัวอย่างหอยศัตรูพืชที่ใช้ในการทดสอบคือหอยซัคซีเนีย *Succinea* ศัตรูพืช วัดความกว้าง (shell height - SH) และความยาวเปลือก (shell width - SW)

แบ่งตัวอย่างดินออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกใช้เลี้ยงหอย และอีกส่วนใช้สำหรับแยกไส้เดือนฝอย ทำการเลี้ยงหอยเพื่อผลิตขยายในกล่องพลาสติกขนาด 13 x 25 เซนติเมตรด้วยดินและวัสดุอินทรีย์ให้ผัก เช่นแตงกวาและผักกาดหอมเป็นอาหาร ฉีดน้ำให้ความชุ่มชื้นอยู่เสมอ จากนั้นให้นำหอยซัคซีเนีย มาใส่ในกล่องพลาสติกใบใหม่ที่บรรจุดินที่เก็บมาได้ เพื่อเป็นเหยื่อล่อให้ไส้เดือนฝอยเข้าไปอาศัยอยู่ในตัวหอย สังเกตว่าหากมีหอยตัวใดที่ตายลง ให้นำไปใส่ในน้ำกลั่น หากพบว่ามีไส้เดือนฝอยหลุดออกมาจากตัวหอยให้นำมาใส่ลงในอาหารคัดแยกไส้เดือนฝอยต่อในข้อ 2

2. การคัดแยกไส้เดือนฝอยและทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อพบไส้เดือนฝอยหลุดออกมาจากตัวหอยที่ตายแล้ว ให้นำไปเลี้ยงบนอาหารคัดเลือกไส้เดือนฝอยก่อน จากนั้นจึงนำไปเลี้ยงบนอาหารเพิ่มจำนวนไส้เดือนฝอยดังต่อไปนี้

2.1 อาหารคัดแยกไส้เดือนฝอย

เลือกใช้อาหารเลี้ยงไส้เดือนฝอย 4 ชนิดในการศึกษานี้ ได้แก่ Nigon and Dougherty modified Agar และ 1% Plain agar ซึ่งถือเป็นอาหารคัดเลือกไส้เดือนฝอย (selective medium) Beef extract-nutrient agar และ nutrient agar ซึ่งถือเป็นอาหารเพิ่มจำนวน (cultivation medium) (Nigon and Dougherty, 1949; Tandingan De Ley *et al.,* 2016)

สูตรการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Nigon and Dougherty modified Agar

Potassium nitrate	1.5	กรัม
Sodium chloride	1.4	กรัม
Dipotassium phosphate	4	กรัม
Magnesium sulphate	0.4	กรัม
Peptone	1.2	กรัม
2% Lecithin	25	มิลลิลิตร*
Agar	15	กรัม

*ทำการเตรียม 2% Lecithin โดยนำ Lecithin 0.5 กรัม ละลายใน Ethanol 25 มิลลิลิตร

นำสารมาชั่งและละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร นำไปนึ่งภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทลงบนจานเพาะเชื้อ

สูตรการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 1% Plain agar (PA)

Bacto Agar	10	กรัม

นำสารมาชั่งและละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร นำไปนึ่งภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทลงบนจานเพาะเชื้อ

สูตรการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Beef extract-nutrient agar

Beef extract	8	กรัม
Nutrient broth powder	16	กรัม
Lard	10	มิลลิลิตร
Agar	20	กรัม

นำสารมาชั่งและละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร นำไปนึ่งภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทลงบนจานเพาะเชื้อ

2.2 การคัดแยกไส้เดือนฝอย

วิธีการคัดแยกไส้เดือนฝอยดัดแปลงจาก Nigon and Dougherty (1949) และ Tandingan De Ley *et al.* (2016) โดยนำตัวอย่างหอยที่ตายจากข้อ 1 มาใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 10 มิลลิลิตร หากมีไส้เดือนฝอยหลุดออกมาอยู่ในน้ำกลั่น ให้ทำการฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.05% บริเวณผิวของไส้เดือนฝอยเสียก่อนเพื่อให้เชื้อแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ร่วมกับไส้เดือนฝอย (xenic culture) สามารถเจริญบนอาหารแข็งได้เต็มที่ จากนั้นนำน้ำกลั่นใส่ลงไปอีก 10 มิลลิลิตร

จากนั้นนำน้ำดังกล่าวไปเคลือบบนผิวของอาหารแข็งในจานเพาะเชื้อ โดยนำสารปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรไปเคลือบบนอาหารเลี้ยงไส้เดือนฝอย Nigon and Dougherty modified Agar และ 1% Plain Agar พร้อมกับ *Escherichia coli* OP50 เพื่อเป็นอาหารของไส้เดือนฝอย (Huang *et al.,* 2015)

หลังจากนั้นบ่มไว้ประมาณ 7-14 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นเมื่อไส้เดือนฝอยเจริญจนเต็มจานเพาะเชื้อ ให้นำถ่ายลงในอาหาร Beef extract-nutrient agar และ nutrient agar เพื่อเพิ่มจำนวนไส้เดือนฝอย จากนั้นนำมาตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบตาประกอบ สังเกตลักษณะของปาก ฟาริงซ์ ลำไส้ ระบบสืบพันธุ์ (ยูรีตัส สเปอร์มาติกา และโกแนด) จำแนกตามวิธีการของ Huang *et al.* (2015) ทำการนับจำนวนด้วย nematode counting dish โดยจะคัดตัวเฉพาะไส้เดือนฝอยตัวเมียที่มีไข่เต็มท้องเพียง 1 ตัวต่อเพลท เพื่อให้แน่ใจว่าจะวางไข่และเจริญเป็นไอโซเลตเดี่ยว เลี้ยงในอาหารแข็งให้เจริญ คัดเฉพาะตัวอ่อนแบบ dauer juveniles และนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

2.2 การทดสอบศักยภาพของไส้เดือนฝอยที่แยกได้

ดำเนินการทดสอบศักยภาพของไส้เดือนฝอยที่แยกได้จากตัวอย่างหอยโดยนำมาทดสอบครั้งละ 5 ไอโซเลต แต่ละไอโซเลตมีความเข้มข้นของไส้เดือนฝอย 3,000 ตัวต่อมิลลิลิตร ซึ่งถือเป็นสองเท่าของค่ามาตรฐานของการทดสอบไส้เดือนฝอยศัตรูหอยในห้องปฏิบัติการ (Wilson *et al*., 1993)

นำหอยที่ได้จากในข้อ 1 ใส่ลงในกล่องพลาสติกขนาด 13 x 13 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ภายในบรรจุดินหนา 5 เซนติเมตร กล่องละ 5 ตัว วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอยไอโซเลตที่ 1

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอยไอโซเลตที่ 2

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอยไอโซเลตที่ 3

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอยไอโซเลตที่ 4

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอยไอโซเลตที่ 5

กรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (กรรมวิธีควบคุม)

สังเกตการเปลี่ยนแปลงทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน นำเชื้อที่มีศักยภาพ คือทำให้หอยตายภายใน 7 วันมาทำการทดสอบประสิทธิภาพต่อไปในข้อ 2.3

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพและเก็บรักษาไส้เดือนฝอย

นำไส้เดือนฝอยที่มีศักยภาพสูงซึ่งทำให้หอยตายภายใน 21 วัน จากข้อ 2.2 ทุกไอโซเลตมาทดสอบประสิทธิภาพ โดยนำหอยซัคซีเนียใส่ลงในกล่องพลาสติกขนาด 13 x 13 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ภายในบรรจุดินหนา 5 เซนติเมตร กล่องละ 5 ตัว วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอย 500 ตัวต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอย 1,000 ตัวต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอย 1,500 ตัวต่อมิลลิลิตร (เทียบเท่าค่ามาตรฐานของการทดสอบไส้เดือนฝอยศัตรูหอยในห้องปฏิบัติการ)

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารละลายจากไส้เดือนฝอย 2,000 ตัวต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 5 พ่นน้ำเปล่า (กรรมวิธีควบคุม)

สังเกตและนับจำนวนหอยที่ตายหลังเวลาผ่านไป 7 14 และ 21 วัน เปรียบเทียบจำนวนหอยที่ตายด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรม IRRISTAT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

นำไส้เดือนฝอยที่มีประสิทธิภาพสูง (ทำให้หอยตาย 100% ภายใน 14 วัน) มาถ่ายลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งจานใหม่ รอจนไส้เดือนฝอยเจริญเต็มที่ นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำไอโซเลตละ 3 ซ้ำและพันพาราฟิล์มให้แน่นเพื่อป้องกันไม่ให้แห้ง

ทำการเตรียมเชื้อเพื่อการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ โดยนำหลอดพลาสติกขนาดเล็กบรรจุสารละลาย glycerol 30% นึ่งฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ให้นำไส้เดือนฝอยมาเก็บรักษาในหลอดที่บรรจุ glycerol 30% และนำเก็บในตู้เย็นเพื่อรอการผลิตขยายต่อไป

3. การระบุชนิดและยืนยันผล

นอกจากศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไส้เดือนฝอยเพื่อทำการระบุชนิดแล้ว ยังยืนยันผลด้วยวิธีทางอณูชีววิทยา โดยเพิ่มปริมาณยีน COI อ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใน GenBank และยืนยันผลด้วยการสร้าง phylogenetic tree

3.1 การสกัดดีเอ็นเอ

นำไส้เดือนฝอยมาสกัดดีเอ็นเอโดยชุดสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูป ตรวจวัดคุณภาพของดีเอ็นเอด้วยวิธีเจลอิเล็กโตรโฟริซิส โดยเตรียมอะกาโรสเจล ความเข้มข้น 1% และนำไปใส่ในกล่องที่บรรจุทีบีอีบัฟเฟอร์ ผสมดีเอ็นเอกับสีย้อมในอัตราส่วน 1:5 และนำไปหยอดลงในหลุมของอะกาโรสเจล เปิดให้กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านที่ความต่างศักย์ 80 โวลต์เป็นเวลา 30 นาที นำอะกาโรสเจลมาย้อมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์และนำไปส่องดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงยูวี เทียบขนาดกับดีเอ็นเอมาร์กเกอร์ หลังจากนั้นนำดีเอ็นเอที่สกัดได้ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.2 การเพิ่มปริมาณยีน COI ด้วยพีซีอาร์

ทำการเพิ่มปริมาณยีน COI ซึ่งนิยมใช้เพื่อการระบุสกุลและชนิดของไส้เดือนฝอยด้วยวิธีพีซีอาร์โดยใช้คู่ไพร์เมอร์ตามวิธีการของ Folmer *et al.* (1994) แต่ละไพร์เมอร์มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังนี้ LCO1490 (5'-ggt caa caa atc ata aag ata ttg g-3') และ HC02198 (5'-taa act tca ggg tga cca aaa aat ca-3')

ปฏิกิริยาพีซีอาร์ปริมาตร 50 µl ประกอบด้วยสารเคมีต่อไปนี้

10x buffer	5	µl
10 mM dNTP mix	1	µl
10 µM LCO1490 primer (forward)	1.5	µl
10 µM HC02198 primer (reverse)	1.5	µl
2 U/µl *Taq* polymerase	0.5	µl
template DNA (ดีเอ็นเอของเชื้อ)	1	µl
น้ำกลั่นปลอดประจุปลอดเชื้อ	39.5	µl

นำสารทั้งหมดใส่ในหลอดพีซีอาร์และผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำไปใส่ในเครื่อง thermocycler ภายใต้อุณหภูมิดังนี้

- ช่วงเริ่มต้น

95°C เป็นเวลา 5 นาที 1 รอบ

- ช่วงเพิ่มปริมาณ

a) 95°C เป็นเวลา 1 นาที

b) 50°C เป็นเวลา 1 นาที

c) 72°C เป็นเวลา 1 นาที

ทำซ้ำเรียงตามลำดับจาก a) ถึง c) 35 รอบ

- ช่วงสุดท้าย

72°C เป็นเวลา 10 นาที 1 รอบ

หลังจากนั้นนำสารผสมดีเอ็นเอที่ผ่านการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ไปตรวจสอบว่ามีผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ต้องการเกิดขึ้นหรือไม่ โดยเตรียมอะกาโรสเจล ความเข้มข้น 1.8% และนำไปใส่ในกล่องที่บรรจุ

ทีบีอีบัฟเฟอร์ ผสมสารผสมดีเอ็นเอกับสีย้อมในอัตราส่วน 1:5 และนำไปหยอดลงในหลุมของอะกาโรสเจล เปิดให้กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านที่ความต่างศักย์ 80 โวลต์เป็นเวลา 30 นาที นำอะกาโรสเจลมาย้อมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์และนำไปส่องดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงยูวี เทียบขนาดกับดีเอ็นเอมาร์กเกอร์ ถ้ามีผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ต้องการขนาดประมาณ 700 คู่เบสเกิดขึ้นให้นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส รอการอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ต่อไป

3.3 การอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์

นำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ไปอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง automated sequencer ที่มีให้บริการโดยบริษัทเอกชนที่รับจ้างอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จะนำไปวิเคราะห์และสร้างสร้างแผนภูมิต้นไม้ต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และสร้างแผนภูมิต้นไม้

นำไฟล์ที่ได้จากการอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง automated sequencer มาวิเคราะห์และตัดบริเวณสัญญาณรบกวนออก เพื่อให้ได้ไฟล์ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน COI ทุกตัวอย่าง หลังจากนั้นนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาจัดเรียงด้วยโปรแกรม MAFFT version 7 (Katoh and Standley, 2013) ทำการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใน GenBank โดยใช้โปรแกรม BLAST หลังจากนั้นนำมาสร้างแผนภูมิต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการด้วยวิธีการ 3 วิธี ดังนี้

3.4.1 วิธี neighbor-joining

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ไปสร้างแผนภูมิต้นไม้ด้วยวิธี neighbor-joining (Saitou and Nei, 1987) โดยใช้โปรแกรม MEGA version 7 (Kumar *et al*., 2016) โดยใช้โมเดล Kimura-2 parameter และทดสอบความเชื่อมั่นของกิ่งด้วยวิธีบูทสแทร็ป 1,000 ซ้ำ

3.4.2 วิธี maximum parsimony

สร้างแผนภูมิต้นไม้ด้วยวิธี Maximum parsimony โดยใช้โปรแกรม Paup Version 4.10b (Swofford, 2003) และทดสอบความเชื่อมั่นของกิ่งด้วยวิธีบูทสแทร็ป 1,000 ซ้ำ

3.4.3 วิธี maximum likelihood

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ไปทดสอบหาโมเดลที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม jModeltest version 2 (Darriba *et al*., 2012) และนำไปสร้างแผนภูมิต้นไม้ตามโมเดลที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม PhyML version 3 (Guindon *et al*., 2010) และทดสอบความเชื่อมั่นของกิ่งด้วยวิธีบูทสแทร็ป 1,000 ซ้ำ

3.4.4 วิธี Bayesian inference

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ไปสร้างแผนภูมิต้นไม้ตามโมเดลที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม MrBayes version 3.2.1 (Ronquist and Huelsenbeck, 2003) โดยตั้งค่า MCMC chain เท่ากับ 10,000,000 รอบ และตัด burn-in ออก 25% ก่อนสร้างแผนภูมิ ดำเนินการวิเคราะห์ชนิดจากทั้ง 4 วิธี เปรียบเทียบกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาลำดับนิวคลีโอไทด์ใน GenBank

การบันทึกข้อมูล

สถานที่เก็บตัวอย่างหอย บันทึกลักษณะดิน ระบบนิเวศ พืชและหอยที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น อุณหภูมิ สภาพแวดล้อมอื่น ๆ

ไส้เดือนฝอย บันทึกลักษณะของปาก ฟาริงซ์ ลำไส้ ระบบสืบพันธุ์ (ยูรีตัส สเปอร์มาติกา และโกแนด) ลักษณะของไส้เดือนฝอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ลักษณะการติดสีย้อม

การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหอยศัตรูพืช บันทึกเวลาที่ทำให้หอยศัตรูพืชตาย (ชั่วโมง) ลักษณะของหอยที่ตายไป

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ได้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและสารเคมีในการดำเนินงาน ได้ตัวอย่างหอย *Succinea* จำนวน 105 ตัวอย่าง หอยเจดีย์ใหญ่ *Prosopeas walkeri* จำนวน 85 ตัวอย่าง หอยเจดีย์เล็ก *Allopeas gracile* 43 ตัวอย่าง และหอย *Bradybaena* จำนวน 21 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินจากจังหวัดเพชรบูรณ์จำนวน 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินจากสวนกล้วยไม้จังหวัดกาญจนบุรีจำนวน 1 ตัวอย่าง สามารถคัดแยกไส้เดือนฝอยจากตัวอย่างหอย *Succinea* ที่ตายลงได้ 25 ไอโซเลต ไส้เดือนฝอยจากตัวอย่างหอย *Bradybaena* ที่ตายลงได้ทั้งหมด 21 ไอโซเลต และไส้เดือนฝอยจากตัวอย่างหอย *Prosopeas walkeri* ที่ตายลงได้ 20 ไอโซเลต (Fig. 6 และ Fig. 7) โดยสามารถเลี้ยงให้รอดชีวิตบนอาหารวุ้น Nigon medium ได้ (Fig. 8)

จากการทดสอบพบว่าไส้เดือนฝอยที่แยกได้จากดินและหอย *Bradybaena* จังหวัดเพชรบูรณ์ 6 ไอโซเลตคือ PCB1, PCB2, PCB3, PCB4, PCB5 และ PCB6 ซึ่งมีประสิทธิภาพทำให้หอย *Bradybaena* ตาย 100% ภายใน 48-72 ชั่วโมง และทำให้หอยซัคซีเนียตาย 100% ภายใน 24-72 ชั่วโมงที่ความเข้มข้น 2,000 ตัวต่อหอยทดสอบ 1 ตัว และไส้เดือนฝอย Kan01 ที่แยกได้จากหอยซัคซีเนียจังหวัดกาญจนบุรี มีประสิทธิภาพทำให้หอยซัคซีเนียตาย 100% ภายใน 24 ชั่วโมงที่ความเข้มข้น 2,000 ตัวต่อหอยทดสอบ 1 ตัว (Fig. 9)

เมื่อศึกษาไส้เดือนฝอยด้วยวิธีทางอณูชีววิทยาโดยทำพีซีอาร์เพื่อเพิ่มจำนวนยีนบริเวณ D2-D3 ของ 28s rRNA ด้วยคู่ไพรเมอร์ D2F และ 536 จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี BLAST พบว่าไส้เดือนฝอย PCB1 มีความใกล้เคียงกับ Rhabditida sp. 3084ed (99%) และ *Distolabrellus veechi* strain SB202 (98%) มากที่สุด

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการศึกษานี้ สามารถแยกไส้เดือนฝอยวงศ์ Rhabditidae ทั้งสิ้น 7 ไอโซเลต (11%) ได้แก่ Kan01, PCB1, PCB2, PCB3, PCB4, PCB5 และ PCB6 ที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชจากทั้งหมด 66 ไอโซเลต ซึ่งได้จากตัวอย่างหอยทั้งหมด 254 ตัวอย่าง สามารถนำไปผลิตขยายและใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป โดยนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตพืชแบบอินทรีย์เพื่อลดการใช้สารเคมีต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐฐิญา กาญจนนิธิพัฒน์ ดาราพร รินทะรักษ์ อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข และปราสาททอง พรหมเกิด. 2558. การสำรวจปรสิตในหอยวงศ์ Ariophantidae. รายงานผลงานวิจัยประจำปีของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร: หน้า 828-840.

ปราสาททอง พรหมเกิด ชมพูนุท จรรยาเพศ กรแก้ว เสือสะอาด สาทิพย์ มาลี วิไลวรรณ เวชยันต์ ปิยาณี หนูกาฬ และดาราพร รินทะรักษ์. 2553. การใช้ไส้เดือนฝอย Steinernema sp. ควบคุมหอยทากซัคซิเนีย (*Succinea chrysis*) ในสวนกล้วยไม้. รายงานผลงานวิจัยประจำปีของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร: หน้า 2481-2490.

วิยะดา สีหะบุตร. 2548. หนอนตัวกลมในทางเดินอาหารของหอยทากยักษ์ (*Achatina fulica*) ในประเทศไทย. วิทยาสารกำแพงแสน ปีที่ 3 ฉบับที่ 1: หน้า 37-41.

Barker, G. M., editor. 2004. Natural Enemies of Terrestrial Molluscs. CABI publishing.

Chobchuenchom, W., and Bhumiratana, A. 2003. Isolation and Characterization of Pathogens Attacking *Pomacea canaliculata*. World Journal of Microbiology & Biotechnology 19: 903–906.

Darriba, D., Taboada, G. L., Doallo, R. and Posada, D. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. Nature Methods 9(8): 772.

Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. and Vrijenhoek, R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology 3(5): 294-299.

Guindon S., Dufayard J.F., Lefort V., Anisimova M., Hordijk W., Gascuel O. 2010. New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. Systematic Biology, 59(3): 307-321.

Huang, R-E., Ye, W., Ren, X. and Zhao, Z. 2015. Morphological and Molecular Characterization of *Phasmarhabditis huizhouensis* sp. nov. (Nematoda: Rhabditidae), a New Rhabditid Nematode from South China. PLOS ONE: DOI:10.1371/journal.pone.0144386.

Katoh, K. and Standley, D. M. 2013. MAFFT Multiple sequence alignment software version 7: Improvements in performance and usability. Molecular biology and evolution 30(4): 772-780.

Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. Molecular Biology and Evolution 33: 1870-1874.

Nermut, J., Puza, V., Mekete, T. and Miracek, Z. 2016. *Phasmarhabditis bonaquaense* n. sp. (Nematoda: Rhabditidae), a new slug-parasitic nematode from the Czech Republic. Zootaxa 4179(3): 530–546.

Nigon, V. and Dougherty, E. C. 1949. Reproductive patterns and attempts at reciprocal crossing of *Rhabditis elegans* Maupas, 1900, and *Rhabditis briggsae* Dougherty and Nigon, 1949 (Nematoda : Rhabditidae:). Journal of Experimental Zoology 112(3): 485-503.

Pieterse, A., Malan, A. P. and Ross, J. L. 2017. Nematodes that associate with terrestrial molluscs as definitive hosts, including *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Rhabditida: Rhabditidae) and its development as a biological molluscicide. Journal of Helminthology 91: 517–527.

Rae, R., Verdun, C., Grewal, P. S., Robertson, J. F. and Wilson, M. J. 2007. Biological control of terrestrial molluscs using *Phasmarhabditis hermaphrodita* – progress and prospects. Pest Management Science 63: 1153–1164.

Rae, R. G., Robertson, J. F. and Wilson, M. J. 2009. Optimization of biological (*Phasmarhabditis hermaphrodita*) and chemical (iron phosphate and metaldehyde) slug control. Crop Protection 28: 765–773.

Williams, A. J. and Rae, R. 2015. Susceptibility of the Giant African snail (*Achatina fulica*) exposed to the gastropod parasitic nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita.*

Ronquist, F. and Huelsenbeck, J. P. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. Bioinformatics 19(12): 1572-1574.

Saitou, N. and Nei, M. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution 4(4): 406-425.

Sallam, A., and El-Wakeil, N. 2012. Biological and Ecological Studies on Land Snails and Their Control, Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics. Soloneski, S. Editor. InTech.

Swofford, D.L. 2003. PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). V4.

Tandingan De Ley, I., Holovachov, O., McDonnell, R. J., Bert, W., Paine, T. D. and De Ley, P. 2016. Description of *Phasmarhabditis californica* n. sp. and first report of *P. papillosa* (Nematoda: Rhabditidae) from invasive slugs in the USA. Nematology 18(2): 175-193.

Wilson, M. J., Glen, D. M. and George, S. K. 1993. The rhabditid nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* as a potential biological control agent for slugs. Biocontrol Science and Technology 3(4) 503-511.

Wilson, M. J. 2012. Chapter XIII Pathogens and Parasites of Terrestrial Molluscs. In Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Elsevier.

Table 1 Summary of rhabditid mollusk parasitic nematodes isolated from gastropods.

Snail species	Number of samples	Number of isolates	Number of potential isolates[1]	Names of potential isolates
Allopeas gracile	43	-	-	-
Bradybaena	21	21	6 (28%)	PCB1, PCB2, PCB3, PCB4, PCB5 and PCB6
Prosopeas walkeri	85	20	-	-
Succinea	105	25	1 (4%)	Kan01
Total	**254**	**66**	**7 (11%)**	-

[1/]Number of potential isolates which caused 100% snail mortality in *Bradybaena* and *Succinea* within 72 hours.

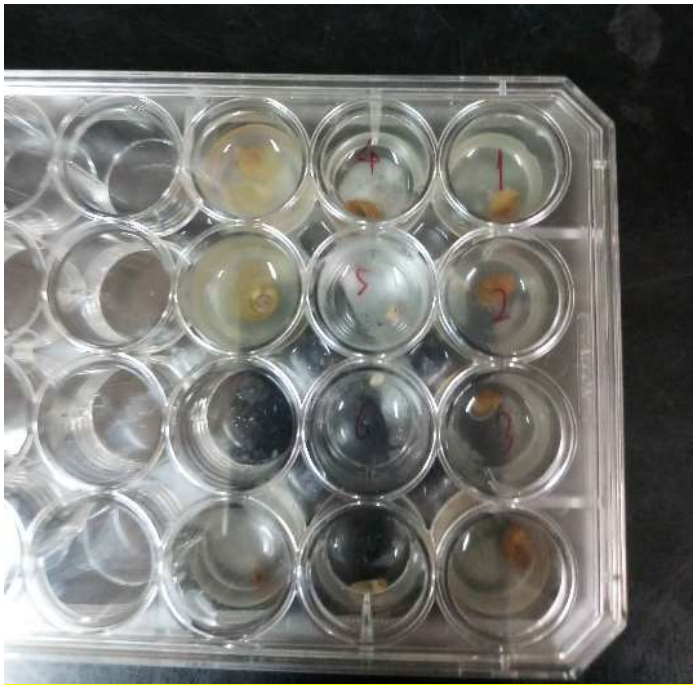


Figure 1 Isolation of gastropod parasitic nematodes from cadavers of *Succinea* in a 24-well plate

Figure 2 Culture of gastropod parasitic nematodes from cadavers of *Prosopeas walkeri* on Nigon medium

Figure 3 Xenic culture of gastropod parasitic nematodes on Nigon medium

Figure 4 The gastropod parasitic nematode of Kan01 isolate on Nigon medium

Figure 5 The mortality of tested *Succinea* caused by the Kan01 isolate

Figure 6 Isolation of mollusk parasitic nematodes from *Bradybaena* snail which is collected from Phetchabun Province

Figure 7 The PCB01 (upper) and PCB04 (lower) isolates which are isolated from *Bradybaena* snails, Phetchabun Province

Figure 8 The mortality of *Succinea* snails after applying suspension of the PCB3 isolate

Figure 9 The mortality of *Bradybaena* snails after applying suspension of the PCB6 isolate

การคัดเลือกชนิดและศักยภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoriaceae ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช

Isolation And Potential Of Oscillatoriaceae With Molluscicidal Activity For Snail Pest Control

ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล[1/] ดาราพร รินทะรักษ์[1/]

อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข[1/] ไตรเดช ข่ายทอง[2/]

[1/]กลุ่มสัตววิทยาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

[2/]กลุ่มไส้เดือนฝอย สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The aim of this study concerns searching for high biological activity blue-green algae in the family Oscillatoriaceae in Thailand in order to control and eradicate agricultural terrestrial snail-pest. 44 isolates of the blue-green algae family Oscillatoriaceae were separated from 11 places in Thailand. Algae was macerated by methanol-distill water solution with a ratio of 7:3 for extraction. Investigation of potential molluscicidal activity for snail pest control using three pest snails: *Succinea* sp., *Prosopeas walkeri*, and *Sarika siamensis*, respectively. Firstly, amber snail, there are fourteen cyanobacteria isolates selected from 44 competitors that can defeat the snail pest significantly at 48 and 72 hours (significantly at *p*-value<0.01). Next, *Prosopeas walkeri*, only three isolates of cyanobacteria, HMLB05 OTCK04 and SMSP06, from 14 isolates can lead to a mortality rate higher than the control group at 48 and 72 hours (significantly at *p*-value<0.01). Finally, *Sarika siamensis*, there is one blue-green algae, HMLB05, from three potentially isolates which its mortality rate is significantly higher than the control group at 48 and 72 hours (significantly at *p*-value<0.05). In conclusion, three highly efficient isolates, especially HMLB05, of cyanobacteria are selected from 44 cyanobacteria isolates. Because these three isolates have highly potential enough for defeat agriculture terrestrial gastropod in laboratory. In the future, three high potential cyanobacteria are interesting to research and develop for creating agricultural biotechnological product.

Keywords : Isolation, Potential, Oscillatoriaceae, Pest snail, Molluscicide

รหัสหารทดลอง 03-05-59-01-01-00-21-63

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยเพื่อค้นหาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoriaceae ที่มีศักยภาพในการควบคุมและกำจัดหอยศัตรูพืชโดยชีววิธี ดำเนินการเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากธรรมชาติ 11 แหล่งทั่วประเทศ คัดแยกตัวอย่างสาหร่ายให้ได้ไอโซเลตเดี่ยวและเพาะขยายในห้องปฏิบัติการได้ 44 ไอโซเลต ทดสอบศักยภาพกับหอยศัตรูพืชทั้งหมด 3 ชนิด เริ่มจากหอยอำพัน (*Succinea* sp.) จากนั้นนำสาหร่ายที่มีศักยภาพมาทดสอบกับหอยเจดีย์ใหญ่ (*Prosopeas walkeri*) และหอยทากสยาม (*Sarika siamensis*) เป็นลำดับสุดท้าย จากการทดสอบศักยภาพสาหร่ายโดยใช้หอยซัคซีเนียทั้งหมด 44 ไอโซเลตพบว่ามีสาหร่ายทั้งหมด 14 ไอโซเลตที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยซัคซิเนียได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (p-value<0.01 ที่เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง) ดำเนินการคัดเลือกสาหร่ายดังกล่าวมาทดสอบกับหอยเจดีย์ใหญ่ พบว่ามีสาหร่ายจำนวน 3 ไอโซเลตที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยเจดีย์ใหญ่ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ได้แก่ ไอโซเลต HMLB05 OTCK04 และ SMSP06 (p-value<0.01 ที่เวลา 48 และอัตราการตายของหอยเจดีย์ใหญ่สูงกว่าร้อยละ 50 ที่เวลา 72 ชั่วโมง) จากนั้นคัดเลือกสาหร่ายทั้งสามชนิดไปทดสอบกับหอยทากสยามเป็นลำดับสุดท้าย พบสาหร่ายเพียงไอโซเลตเดียวเท่านั้นที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยทากสยามนั่นคือสาหร่าย HMLB05 (p-value<0.05 ที่เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง) จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรมของสาหร่ายทั้งสามไอโซเลตโดยใช้ยีน 16s rRNA ความยาวประมาณ 570 คู่เบสระบุว่าสาหร่ายไอโซเลต HMLB05 OTCK04 และ SMSP06 มีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมคล้ายคลึงกับจุลินทรีย์ชนิด *Oscillatoria* sp., *Albertania skiophila* และ *Leptolyngbya* sp. ตามลำดับ สาหร่ายดังกล่าวมีความเป็นไปได้ในการนำไปศึกษาต่อยอดและมีแนวโน้มในการนำไปพัฒนาเพื่อให้ได้ชีวภัณฑ์กำจัดหอยศัตรูพืชต่อไปในอนาคต

คำหลัก : การคัดเลือกชนิด ศักยภาพ Oscillatoriaceae หอยศัตรูพืช สารกำจัดหอย

คำนำ

หากกล่าวถึงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่สร้างความเสียหายให้กับภาคการเกษตรของประเทศไทยหากไม่นับสัตว์ในกลุ่มแมลงแล้ว หอยฝาเดียว (gastropod) ถือว่ามีความสำคัญในแง่ของศัตรูพืชที่ทำลายผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรไทย โดยชนิดที่พบการระบาดเป็นประจำในประเทศไทย ได้แก่ หอยดักดานหรือหอยทากสยาม (*Sarika siamensis*) หอยซัคซีเนียหรือหอยอำพัน (*Succinea* sp.) และ หอยเจดีย์ใหญ่ (*Prosopeas walkeri*) จากข้อมูลบัญชีรายชื่อแมลง ไร และสัตว์ศัตรูพืชของพืชเศรษฐกิจในไทยฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2557 ของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ระบุว่า หอยทั้งสามชนิดนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในฐานะศัตรูพืช โดยหอยดักดานสามารถสร้างความเสียหายให้กับพืชหลายชนิดได้แก่ กล้วย พริก กาแฟ ผักตระกูลกระหล่ำ มะเขือยาว

ลางสาด ลองกอง หม่อน เห็ดชนิดต่าง ๆ มะละกอ ส้มโอ สตรอเบอรี่ และส้มเขียวหวาน หอยชัคซีเนีย สร้างความเสียหายโดยเป็นศัตรูพืชของผักตระกูลกะหล่ำ และหอยเจดีย์ใหญ่เป็นศัตรูพืชที่สำคัญของกล้วย กาแฟ ผักตระกูลกะหล่ำ และพืชตระกูลมะเขือ (Plant Protection Research and Development Office, 2559) นอกจากจะกัดกินราก ลำต้น ใบ หรือดอกของพืชแล้ว หอยยังสามารถเป็นพาหะนำโรคพืชจากต้นหนึ่งไปสู่อีกต้นหนึ่งได้ ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นอุปสรรคสำคัญในการส่งออกสินค้าทางการเกษตรไปยังประเทศปลายทางที่มีนโยบายเกี่ยวกับการป้องกันการคุกคามจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นหรือ introduce species ได้แก่ญี่ปุ่น และประเทศในสหภาพยุโรป หากประเทศปลายทางตรวจพบหอยศัตรูพืชดังกล่าวปะปนมากับคลังสินค้าจะดำเนินการเผาทำลายสินค้าเกษตรทั้งหมดทันที ซึ่งนอกจากจะทำให้สูญเงินไปอย่างเปล่าประโยชน์แล้วยังส่งผลเสียต่อภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือของประเทศไทยเป็นอย่างมาก

การป้องกันและกำจัดหอยศัตรูพืชสามารถดำเนินได้หลากหลายวิธี ได้แก่การใช้สารเคมีซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมสูงเนื่องจากสามารถกำจัดหอยศัตรูพืชได้เป็นจำนวนมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว แต่วิธีการดังกล่าวยังมีข้อเสียที่สำคัญหลายประการ เช่น เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ที่มิใช่กลุ่มเป้าหมาย เกิดการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและอาจจะส่งผลเสียกลับมายังผู้บริโภคและผู้ใช้สารเคมีอีกด้วย กรมวิชาการเกษตรได้เล็งเห็นข้อเสียของการใช้สารกำจัดหอยศัตรูพืชดังกล่าวจึงได้ดำเนินการวิจัยและให้คำแนะนำแนวทางการกำจัดหอยศัตรูพืชด้วยแนวทางชีววิธีแก่เกษตรกร การจัดการหอยศัตรูพืชโดยชีววิธีคือการใช้สิ่งมีชีวิตหรือผลผลิตจากสิ่งมีชีวิตในการป้องกันกำจัดหอยศัตรูพืชซึ่งปัจจุบันมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชได้แก่ กากของเมล็ดชาน้ำมัน *Camellia oleifera* (ปราสาททองและคณะ, 2560) เชื้อราสกุล *Aspergillus* (อภินันท์และคณะ, 2560) แบคทีเรียสกุล *Streptomyces* (อภินันท์และคณะ, 2562) หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* (ณัฐฐิญาและคณะ, 2560) และหนึ่งในสิ่งมีชีวิตมีศักยภาพในการป้องกันและกำจัดหอยศัตรูพืชได้แก่ สิ่งมีชีวิตกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (cyanobacteria) ในวงศ์ Oscillatoriaceae เนื่องจากสาหร่ายกลุ่มนี้มีการสร้างสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิหลายชนิด ซึ่งมีการฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่นสาหร่ายในสกุล *Lyngbya* สามารถสร้างสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกชนิด *Bacillus cereus* และ *Staphyloccus epidermidis* สร้างสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบชนิด *Escherichia coli* สาหร่ายในสกุล *Oscillatoria* สามารถสร้างสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกมลบชนิด *Pseudomonas aeruginosa* และ *E. coli* สาหร่ายในสกุล *Phormidium favosum* สามารถสร้างสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกมลบชนิด *Staphyloccus epidermidis Pseudomonas aeruginosa* และ *E. coli* ได้ ยิ่งไปกว่านั้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งสามสกุลที่กล่าวมายังสามารถสร้างสารที่มีฤทธิ์ฆ่าหอย *Biomphalaria glabrata* ได้อีกด้วย (Jaki *et al*., 1999) ดังนั้นการศึกษานี้จะดำเนินการการสำรวจและคัดเลือกชนิดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในวงศ์ Oscillatoriaceae ที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช จากนั้นนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีศักยภาพนำไปพัฒนาต่อ และถ่ายทอดให้เกษตรกรนำไปใช้ในการป้องกันและกำจัดหอยศัตรูพืชต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงสาหร่าย BG11 แบบเหลวหรือแบบวุ้น
2. กล้องจุลทรรศน์หัวกลับ (inverted Microscope)
3. เขี่ยเชื้อ (laminar flow cabinet)
4. ภาชนะปลอดเชื้อสำหรับเลี้ยงสาหร่าย
5. กล่องเพาะเลี้ยงสาหร่ายและหลอดไฟ
6. ครื่องแยกเซลล์และสารชีวภาพด้วยคลื่นอัลตราโซนิค (ultrasonic cell disruptor) BIOBASE; UCD-650

วิธีการ

1. ดำเนินการเตรียมอาหารเหลว BG-11 หรือ Blue green algae 11 (BG-11)

อาหารเลี้ยงเชื้อ BG-11 ซึ่งถือเป็นอาหารคัดเลือก (selective medium) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยใช้ทั้งรูปแบบวุ้น (agar) และรูปแบบเหลว (broth) และถือเป็นอาหารเพิ่มจำนวนหรือ cultivation medium (สุเปญญา, 2562) โดยมีส่วนประกอบดังนี้

A. $NaNO_3$	1.500 กรัม
B. K_2HPO_4	0.040 กรัม
C. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.075 กรัม
D. $CaCl_2 \cdot 2H_2O$	0.036 กรัม
E. Citric acid	0.006 กรัม
F. Ferric ammonium citrate	0.006 กรัม
G. EDTA	0.001 กรัม
H. $NaCO_3$	0.020 กรัม
I. H_3BO_3	2.8600 กรัม
J. $MnCl_2.4H_2O$	1.8100 กรัม
K. $ZnSO_4.7H_2O$	0.2220 กรัม
L. $NaMoO_4.5H_2O$	0.0390 กรัม
M. $CuSO_4.5H_2O$	0.0790 กรัม
N. $Co(NO_3)_2.6H_2O$	0.0494 กรัม
O. Agar*	10.000 กรัม

*ในกรณีที่มีความประสงค์เตรียมอาหาร BG11 ในรูปแบบวุ้น

ดำเนินการเติมสาร $NaNO_3$ 1.5 กรัม ลงในน้ำกลั่น 1 ลิตร จากนั้น นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมสารเคมีในส่วนของธาตุอาหารหลัก

(ข้อ B จนถึงข้อ H) จากนั้นค่อยเติมธาตุอาหารเสริม Micro Nutrient หรือ A5 (ข้อ I จนถึงข้อ N) ตามลำดับ เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน BG11

2. ดำเนินการเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากธรรมชาติ

ใช้ Plankton net ขนาด 21 ไมครอนเพื่อให้ได้อัตราส่วนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต่อน้ำปริมาณมากที่สุดจากระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่มีหอยศัตรูพืชอาศัยอยู่

3. ดำเนินการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณสาหร่ายจากธรรมชาติโดยใช้อาหารเหลว BG11

ก่อนนำไปคัดแยกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเพาะเลี้ยงภายใต้กล่องบ่มสาหร่ายที่ติดหลอดไฟที่มีค่าความสว่างประมาณ 800-1,500 lux ตั้งเวลาเปิดปิดหลอดไฟประมาณ 12-18 ชั่วโมงต่อวัน (Ferris and Hirsch, 1991)

4. ดำเนินการคัดแยกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยวิธีการคัดแยกสาหร่ายสามารถดำเนินการได้ 2 แนวทาง ได้แก่

a. คัดแยกสาหร่ายโดยใช้วิธีการ Serial dilution นำไปเคลือบบนจานเพาะเชื้อที่มี BG11

วิธีการคัดแยกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากดินอ้างอิงจาก Xing *et al*., (2015) โดยนำตัวอย่างดินที่เก็บได้มา 10 กรัมใส่ลงไปในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 100 มิลลิลิตร (กำหนดให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10^{-1}) และเจือจางทีละ 10 เท่า โดยนำสารจากหลอดความเข้มข้น 10^{-1} ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 90 มิลลิลิตร ก็จะได้ตัวอย่างน้ำจากดินที่ความเข้มข้น 10^{-2} จากนั้นทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนได้ความเข้มข้น 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} และ 10^{-6} ตามลำดับ และนำตัวอย่างไปเคลือบบนผิวของอาหารเลี้ยงสาหร่ายแข็งในจานเพาะเชื้อโดยนำสารปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรจากหลอดที่มีความเข้มข้น 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} และ 10^{-6} ไปเคลือบบนอาหารเลี้ยงสาหร่ายพร้อมกับใส่ยาปฏิชีวนะ เช่น Nystatin ความเข้มข้น 2-6 µg/ml เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น เชื้อรา หรือยีสต์ที่ไม่ต้องการออก หลังจากนั้นบ่มไว้ประมาณ 7-14 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสพร้อมกับให้แสงไฟเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน จะเห็นโคโลนีสาหร่ายสีเขียวปรากฏขึ้น นำโคโลนีสาหร่ายที่เจริญขึ้นมาถ่ายไปยังอาหารเลี้ยงสาหร่าย BG-11 ในจานเพาะเชื้อใหม่ จนได้โคโลนีเดี่ยวของสาหร่ายที่บริสุทธิ์และนำมาตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้น

b. คัดแยกสาหร่ายโดยใช้ไปเปตปลายแหลมเล็กดูดโคโลนีสาหร่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ดำเนินการคัดแยกสาหร่ายให้ได้ไอโซเลตเดี่ยวด้วยวิธีการดังกล่าวตาม (Andersen, 2005) เริ่มจากนำไปเปตแก้วปลายเรียวเล็กไปลนไฟที่โดยเน้นที่ส่วนของปลายปาก จากนำใช้คีม (Forceps) ดึงที่ปลายปากของไปเปตให้ยืดยาว เพื่อที่จะให้ปลายปากของไปเปตมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นหักด้านปลายแก้วส่วนที่เล็กที่สุดให้แตกออก นำไปเปตดังกล่าวดูดโคโลนีของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoraiceae ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวกลับ นำโคโลนีของสาหร่ายใส่ลงใน 96-well plate ที่มีอาหารเหลว BG-11 บ่มโคโลนีสาหร่ายเป็นเวลา 7-14 วัน ภายใต้แสงจากหลอดไฟที่มีค่าความสว่างประมาณ 800-1,500 lux ตั้งเวลาเปิดปิดหลอดไฟประมาณ

12-18 ชั่วโมงต่อวัน ในกรณีที่สาหร่ายมีชีวิตรอดสามารถสังเกตเห็นสีเขียวจากหลุม 96-well plate ได้ด้วยตาเปล่า

5. การเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoraceae และการเตรียม

สาหร่ายก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับหอยศัตรูพืช ดำเนินเลี้ยงสาหร่ายในอาหารเหลว BG-11 บ่มสาหร่ายให้เจริญเติบโตถึงระยะ Secondary phase ตอนต้นซึ่งเป็นระยะที่มีการสร้างสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิมากที่สุด (ประมาณ 30-45 วัน) ที่อุณหภูมิห้องพร้อมกับให้แสงไฟเป็นเวลา 12-16 ชั่วโมงต่อวัน จากนั้นสกัดสารละลายที่อยู่ภายในเซลล์สาหร่ายโดยนำสาหร่ายน้ำหนักแห้งประมาณ 0.01 กรัม ผสมกับสารละลาย methanol ในน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตรที่อัตราส่วน methanol 7 ส่วนและน้ำกลั่น 3 ส่วน ปิดฝาและบ่มเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องในที่ไม่มีแสง จากนั้นปั่นเหวี่ยงโดยใช้เครื่อง Centrifuge ที่ความแรงประมาณ 5000 rpm เป็นเวลา 5 นาที นำส่วนใสหรือ supernatant ไปใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

6.การเตรียมหอยศัตรูพืชก่อนการนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพของสาหร่าย

เก็บหอยศัตรูพืชสามชนิดได้แก่ หอยดักดาน หอยซัคซีเนีย และหอยเจดีย์ใหญ่ บันทึกลักษณะของระบบนิเวศที่พบหอย เก็บตัวอย่างหอยศัตรูพืชที่ใช้ในการทดสอบ วัดความกว้าง (shell height - SH) และความยาวของเปลือก (shell width – SW) เตรียมภาชนะพลาสติกขนาด 15 X 25 X 10 เซนติเมตรเพื่อเลี้ยงหอยก่อนที่จะนำไปทดสอบประสิทธิภาพสาร ปูด้วยกระดาษทิชชูที่พรมน้ำให้ชุ่มชื้นไว้ที่ด้านล่าง เจาะด้านบนของภาชนะให้เป็นรูเพื่อให้อากาศเข้าได้ ดำเนินการเลี้ยงหอยในภาชนะที่ความหนาแน่นที่ไม่มากจนเกินไป (ประมาณ 10-20 ตัวสำหรับหอยดักดาน 30-50 ตัวต่อภาชนะสำหรับหอยซัคซีเนียและหอยเจดีย์ใหญ่) ให้ผักกาดขาววันละใบเป็นอาหารพร้อมกับพรมน้ำทุกวันเพื่อไม่ให้ภาชนะแห้ง

7. ขั้นตอนการทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

การทดสอบศักยภาพกับหอยทากบกศัตรูพืชจะใช้วิธีการ Contact Method หรือการเคลือบสารละลายของสาหร่ายเข้าภาชนะตามวิธีการของจรงค์ศักดิ์ (2550) (Figure 1) การทดสอบนี้ใช้ภาชนะเป็นจานเพาะเชื้อแก้ว (petri dish) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร สูง 15 มิลลิเมตร ดำเนินการเคลือบสารละลายที่สกัดจากไอโซเลตของสาหร่ายที่ได้จากข้อ 5 ลงไปทั้งบนส่วนของจานเพาะเชื้อและส่วนของฝา บ่มในที่ไร้แสงเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมงหรือจนกว่าเมทานอลซึ่งเป็นพิษจะระเหยแห้งจนหมด จะได้จานเพาะเชื้อที่มีสาระละลายจากสาหร่ายเคลือบอยู่ที่ความเข้มข้นของสาหร่ายน้ำหนักแห้ง 117 ไมโครกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร จากนั้นปล่อยหอยทากบกศัตรูพืชลงไปเดินภายในภาชนะดังกล่าว หยดน้ำเปล่า 1-2 หยดลงภายในภาชนะทุกๆ 24 ชั่วโมงเพื่อป้องกันหอยศัตรูพืชตายเพราะขาดน้ำ ดำเนินการทดสอบที่สภาวะไร้แสงและบันทึกอัตราการตายของหอยศัตรูพืชที่เวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง

วางแผนทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชในรูปแบบ CRD ดำเนินการทดสอบกับหอยศัตรูพืชครั้งละชนิดเริ่มจากทดสอบกับหอยซัคซีเนีย ซึ่งเป็นชนิดที่อ่อนแอที่สุดเป็นลำดับแรก ซึ่งการ

ทดสอบกับหอยชนิดดังกล่าวดำเนินการทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัวอย่าง รวมเป็น 15 ตัวต่อสาหร่ายหนึ่งทรีตเมนต์หรือหนึ่งไอโซเลต (ดำเนินการทดสอบ 5 ทรีตเมนต์ต่อหนึ่งครั้ง) จากนั้นคัดเลือกไอโซเลตของสาหร่ายที่มีแนวโน้มมีศักยภาพในการกำจัดหอยซัคซีเนียมีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญไปทดสอบกับหอยเจดีย์ใหญ่เป็นลำดับถัดไป โดยการทดสอบกับหอยชนิดนี้ดำเนินการทำซ้ำทั้งหมด 6 ครั้ง แต่ละซ้ำใช้หอย 5 ตัว รวมเป็น 30 ตัวต่อสาหร่ายหนึ่งทรีตเมนต์หรือหนึ่งไอโซเลต (ดำเนินการทดสอบ 5 ทรีตเมนต์ต่อหนึ่งครั้ง) จากนั้นคัดเลือกไอโซเลตของสาหร่ายที่มีแนวโน้มมีศักยภาพในการกำจัดหอยทั้งสองชนิดไปทดสอบกับหอยทากสยาม เป็นลำดับสุดท้าย โดยดำเนินการทดสอบซ้ำจำนวน 6 ครั้ง แต่ละครั้งใช้หอยทากสยามจำนวน 5 ตัว รวมเป็น 30 ตัวต่อสาหร่ายหนึ่งทรีตเมนต์หรือหนึ่งไอโซเลต (ดำเนินการทดสอบ 3 ทรีตเมนต์ต่อหนึ่งครั้งและทดสอบพร้อมกับกลุ่มควบคุม) สำหรับกลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นแทนไอโซเลตสาหร่าย (ทดสอบซ้ำ 3 ครั้งสำหรับหอยซัคซีเนีย และซ้ำ 6 ครั้งสำหรับหอยเจดีย์ใหญ่และหอยดักดาน ใช้หอยแต่ละชนิดในการทดสอบกลุ่มควบคุมซ้ำละ 5 ตัว) ดำเนินการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชทั้งสามชนิดของสาหร่ายแต่ละไอโซเลท โดยคำนวนเปอร์เซ็นต์การตายของหอยที่ 24 48 และ 72 ชั่วโมง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของประชากรแต่ละกลุ่มโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม เมื่อพบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้มีความแตกต่างเกิดขึ้นระหว่างประชากรวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยภายหลังการทดสอบรวมหรือ Post Hoc Tests โดยใช้สถิติ LSD และ DMRT

8. การเก็บรักษาเชื้อ

ดำเนินการนำสาหร่ายที่มีประสิทธิภาพสูง มาถ่ายลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งจานใหม่ รอจนสาหร่ายเจริญเต็มที่ นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เตรียมสาหร่ายเพื่อการเก็บรักษาในไนโตรเจนเหลวโดยนำหลอดพลาสติกขนาดเล็กบรรจุสารละลายประเภทไครโอโพรเทกแทนต์หรือสารที่ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งโดยลดจุดเยือกแข็งให้ต่ำลง (Park, 2006) เช่น กลีเซอรอล 10% หรือใช้สาร Dimethyl sulfoxide ที่ความเข้มข้น 6% ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และหลอดพลาสติกขนาดเล็กบรรจุสารละลาย skim milk 20% นึ่งฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ให้นำสปอร์มาเก็บรักษาในหลอดที่บรรจุ skim milk ส่วนเส้นใยเก็บรักษาในหลอดที่บรรจุ glycerol และนำเก็บในไนโตรเจนเหลวเพื่อรอการผลิตขยายต่อไป

9. การระบุชนิดสาหร่าย

9.1 การสังเกตลักษณะทางสัญฐานวิทยาของสาหร่าย

ดำเนินการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาผ่านกล้องจุลทรรศน์หัวกลับ (inverted microscope) ถ่ายภาพเพื่อนำไปประกอบกับข้อมูลทางพันธุกรรมยีน 16S rDNA ของสาหร่ายที่มีศักยภาพเพื่อดำเนินการระบุสกุลและชนิด

9.2 การสกัดดีเอ็นเอ

นำตัวอย่างสาหร่ายที่แยกออกมาเป็นชนิดเดี่ยว ๆ สกัดดีเอ็นเอโดยชุดสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูป ตรวจวัดคุณภาพของดีเอ็นเอด้วยวิธีเจลอิเล็กโตรโฟริซิส โดยเตรียมอะกาโรสเจล ความเข้มข้น 1.2% และนำไปใส่ในกล่องที่บรรจุทีบีอีบัฟเฟอร์ ผสมดีเอ็นเอกับสีย้อมในอัตราส่วน 1:5 และนำไปหยอดลงในหลุมของอะกาโรสเจล เปิดให้กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านที่ความต่างศักย์ 100 โวลต์เป็นเวลา 40 นาที นำอะกาโรสเจลมาย้อมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์และนำไปส่องดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงยูวี เทียบขนาดกับดีเอ็นเอมาร์กเกอร์ หลังจากนั้นนำดีเอ็นเอที่สกัดได้ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

9.3 การเพิ่มปริมาณยีน 16S rDNA ด้วยพีซีอาร์

ดำเนินการเพิ่มปริมาณยีน 16s rDNA ซึ่งนิยมใช้เพื่อการระบุสกุลและชนิดของสาหร่ายด้วยวิธีพีซีอาร์โดยใช้คู่ไพร์เมอร์ 106F + 781Rb (Marchesi *et al.,* 1998) ซึ่งมีความยาวของ PCR product ประมาณ 570 คู่เบส) หลังจากนั้นนำสารผสมดีเอ็นเอที่ผ่านการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ไปตรวจสอบว่ามีผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ต้องการเกิดขึ้นหรือไม่ โดยเตรียมอะกาโรสเจล ความเข้มข้น 1.5% และนำไปใส่ในกล่องที่บรรจุทีบีอีบัฟเฟอร์ ผสมสารผสมดีเอ็นเอกับสีย้อมในอัตราส่วน 1:5 และนำไปหยอดลงในหลุมของอะกาโรสเจล เปิดให้กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านที่ความต่างศักย์ 100 โวลต์เป็นเวลา 40 นาที นำอะกาโรสเจลมาย้อมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์และนำไปส่องดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงยูวี เทียบขนาดกับดีเอ็นเอมาร์กเกอร์ จากนั้นให้นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสรอการอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ต่อไป

9.4 การอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์

นำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ไปอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง automated sequencer ที่มีให้บริการโดยบริษัทเอกชนที่รับจ้างอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จะนำไปวิเคราะห์และสร้างสร้างแผนภูมิต้นไม้ต่อไป นำไฟล์ที่ได้จากการอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง automated sequencer มาวิเคราะห์ และตัดบริเวณสัญญาณรบกวนออก เพื่อให้ได้ไฟล์ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน 16S rDNA หลังจากนั้นนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาจัดเรียง เปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใน GenBank (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/) โดยใช้โปรแกรม BLAST หลังจากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายโดยทำแผนภูมิต้นไม้ (phylogenetic tree) เปรียบเทียบกับข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน 16S rDNA จากฐานข้อมูลดังกล่าว เลือกลำดับข้อมูลของสิ่งมีชีวิตที่มีความคล้ายคลึงกันของลำดับมากที่สุด 19-20 ลำดับแรก ดำเนินการสร้าง Phylogenetic tree ด้วยวิธีการ Maximum likelihood โดยใช้โปรแกรม MEGA 11 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11) (Tamura *et al.,* 2021) เพื่อวิเคราะห์ความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของสาหร่ายไอโซเลตที่มีศักยภาพ

เวลาและสถานที่

1. ระยะเวลาเริ่มต้นงานวิจัย 1 ตุลาคม 2563 และระยะเวลาสิ้นสุดงานวิจัย กันยายน 2564

2. สถานที่ดำเนินงานวิจัย

a. ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร

b. สถานที่ห้องปฏิบัติกลุ่มงานไส้เดือนฝอย กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร

d. ภาคสนาม แปลงเกษตรและพื้นดินตามธรรมชาติที่พบหอยศัตรูพืช จังหวัดกาญจนบุรี

e. ภาคสนาม แปลงเกษตรและพื้นดินตามธรรมชาติที่พบหอยศัตรูพืช จังหวัดลพบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากแหล่งธรรมชาติ

ดำเนินการเก็บตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากแหล่งธรรมชาติ ทั้งหมด 11 สถานที่ 10 จังหวัด 5 ภูมิภาคทั่วประเทศไทย (Figure 2) ได้แก่ ภาคเหนือที่ภูทับเบิก อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคกลางที่อ่างเก็บน้ำซับเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี อ่างเก็บน้ำห้วยส้ม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี คลองส่งน้ำ อำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี ศาลหลักเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี และสระน้ำที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกที่อ่างเก็บน้ำวังบอน อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก และอ่างเก็บน้ำพระปรง อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ภาคตะวันตก ที่สวนกล้วยไม้ อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี และแม่น้ำแม่กลอง อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (Table 1) จากนั้นเพาะเลี้ยงและคัดแยกสาหร่ายจากแหล่งธรรมชาติให้ได้ไอโซเลตเดี่ยว เพาะเลี้ยงสำเร็จได้ทั้งหมด 44 ไอโซเลต

2. การทดสอบศักยภาพของสาหร่ายในการกำจัดหอยซัคซิเนีย *Succinea* sp.

จากการทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยเจดีย์ใหญ่ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งหมด 44 ไอโซเลต ผลปรากฏว่าที่มีสาหร่ายจำนวน 14 ไอโซเลตที่มีแนวโน้มมีศักยภาพในการกำจัดหอยซัคซิเนีย แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value<0.01 ที่เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ได้แก่ ไอโซเลต CPSB05, HMLB01-HMLB08, KUBK03, KUBK06, OTCK04, OTCK05 และ SMSP06 (Table 2) ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่าสาหร่ายที่มีศักยภาพโดดเด่น (สามารถกำจัดหอยซัคซีเนียได้ 100 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลา 72 ชั่วโมง) จำนวน 8 ไอโซเลต ได้แก่ CPSB05, HMLB01, HMLB02, HMLB03, HMLB04, HMLB08, KUBK06 และ OTCK05 (Table 2) จึงดำเนินการคัดเลือกสาหร่ายทั้ง 14 ไอโซเลตดังกล่าวไปใช้ในการทดสอบศักยภาพกับหอยเจดีย์ใหญ่ต่อไป

3. การทดสอบศักยภาพของสาหร่ายในการกำจัดหอยเจดีย์ใหญ่ *Prosopeas walkeri*

จากการทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยหอยเจดีย์ใหญ่ *P. walkeri* ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีแนวโน้มมีศักยภาพซึ่งผ่านการคัดเลือกมาแล้วทั้งหมด 14 ไอโซเลตจากข้อ 2 พบว่า ที่ เวลา 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมงพบสาหร่าย 3 ไอโซเลต ที่มีแนวโน้มมีศักยภาพในการกำจัดหอยเจดีย์ใหญ่เหนือกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.01) ที่เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง รวมถึงทำให้อัตราการตายของหอยเจดีย์ใหญ่สูงกว่าร้อยละ 50 ภายใน 72 ชั่วโมง ซึ่งสาหร่ายทั้งสามไอโซเลตได้แก่ HMLB05 (ร้อยละการตายเท่ากับ 50.000 ณ เวลา 48 ชั่วโมง และเท่ากับ 86.667 ณ เวลา 72 ชั่วโมง) OTCK04 (ร้อยละการตายเท่ากับ 50.000 ณ เวลา 48 ชั่วโมง และเท่ากับ 90.000 ณ เวลา 72 ชั่วโมง) และ SMSP06 (ร้อยละการตายเท่ากับ 46.467 ณ เวลา 48 ชั่วโมง และเท่ากับ 90.000 ณ เวลา 72 ชั่วโมง) (Table 3) จึงดำเนินการนำเอาสาหร่ายทั้ง 3 ไอโซเลตไปทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชชนิดสุดท้ายได้แก่หอยทากสยามต่อไป

4. การทดสอบศักยภาพของสาหร่ายกำจัดหอยทากสยาม *Sarika siamensis*

ดำเนินการนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีแนวโน้มให้ศักยภาพสูงจากข้อ 3 (สามารถกำจัดหอยศัตรูพืชได้สองชนิด) นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดหอยทากสยาม *S. siamensis* ผลปรากฏว่า มีสาหร่ายเพียงไอโซเลตเดียวเท่านั้นที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยทากสยามได้มีนัยสำคัญเหนือกว่ากลุ่มควบคุม ภายในเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง (p-value<0.05) สาหร่ายไอโซเลตดังกล่าวได้แก่ HMLB05 โดยร้อยและการตายเท่ากับ 26.667 และ 56.667 ที่ เวลา 48 และ 72 ชั่วโมงตามลำดับ (Table 4)

5. การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาสาหร่ายไอโซเลตที่มีแนวโน้มมีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืช

5.1 ไอโซเลต HMLB05 เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่ามีลักษณะที่เป็นเส้นใยเจริญรวมกลุ่มกันเป็นแผ่นบาง แผ่ออก มีสีเขียวสดเมื่ออยู่ในอาหาร BG11 สำหรับลักษณะสัญฐานที่สังเกตได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบลักษณะเส้นใย filamentous สายยาว มีผนังเซลล์กั้นเป็นปล้องยาว มีสีเขียวสดเมื่อในอาหารเหลว BG11 ไม่พบลักษณะการแตกกิ่งหรือ branching หรือโครงสร้างเฉพาะอื่น ๆ ที่ชัดเจน (Figure 3)

5.2 ไอโซเลต OTCK04 เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่ามีลักษณะที่เป็นเส้นใยเจริญรวมกลุ่มกันเป็นแผ่นหนา มีสีน้ำตาลแดงเมื่ออยู่ในอาหารเหลว BG11 เมื่อทำการสังเกตลักษณะสัญฐานภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบเส้นใย filamentous สายยาว มีสีน้ำตาลแดงเมื่อในอาหารเหลว BG11 ผนังเซลล์กั้นเป็นปล้องยาว ไม่พบลักษณะการแตกกิ่งหรือ branching หรือโครงสร้างเฉพาะอื่น ๆ ที่ชัดเจน (Figure 4)

5.3 ไอโซเลต SMSP06 เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่ามีลักษณะที่เป็นเส้นใยเจริญรวมกลุ่มกันเป็นแผ่นหนา มีสีน้ำตาลอมแดงเมื่ออยู่ในอาหารเหลว BG11 บนเพลตอาหาร BG11 มักพบลักษณะคล้าย mat เมื่อสังเกตลักษณะสัญฐานภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบลักษณะเส้นใย filamentous สายยาว

มีผนังเซลล์กั้นเป็นปล้อง มีสีน้ำตาลอมแดงเมื่อในอาหารเหลว BG11 พบลักษณะการแตกกิ่งแบบเทียม หรือ false branching อย่างชัดเจน ในอาหาร BG11-N (Figure 5)

6. การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสาหร่ายไอโซเลตที่มีแนวโน้มมีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืช

ผลการดำเนินการเพิ่มลำดับนิวคลีโอไทด์ของสาหร่ายที่มีแนวโน้มให้ศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืชทั้งสามไอโซเลตที่ตำแหน่งยีน 16S rDNA และนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank ปรากฏว่า สาหร่ายไอโซเลต HMLB05 มีลำดับนิวคลีโอไทด์ใกล้เคียงกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อที่มี Accession number เท่ากับ MK636802 (Figure 6) ซึ่งถูกระบุว่าเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Oscillatoria* sp. ซึ่งสาหร่ายดังกล่าวจัดเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoriaceae และมีความใกล้ชิดมากเป็นลำดับที่ 3 โดยมีค่าความเหมือนหรือค่า Identities เท่ากับ 97% (สำหรับสิ่งมีชีวิตที่มีความใกล้ชิดมากเป็นลำดับที่ 1 และ 2 ถูกระบุว่าเป็น Oscillatoriales cyanobacterium) ในส่วนผลการสร้าง Phylogenetic tree ด้วยวิธีการ Maximum likelihood และดำเนินการทำซ้ำหรือ bootstrap replicate เท่ากับ 100 ซ้ำ พบว่ายีน 16S rDNA ของสาหร่าย HMLB05 มีการจับกลุ่มร่วมกัน (monophyletic group) กับดีเอ็นเอของสาหร่าย *Oscillatoria* sp. เช่นเดียวกัน (มีค่า bootstrap สนับสนุนเท่ากับ 87%) (Figure 9)

ในส่วนของสาหร่ายไอโซเลต OTCK04 มีลำดับนิวคลีโอไทด์ใกล้เคียงกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อที่มี Accession number เท่ากับ MH030274 (Figure 7) ซึ่งถูกระบุว่าเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Albertania skiophila* ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Leptolyngbyaceae และอันดับ Pseudoanabaenales ซึ่งสาหร่ายชนิดดังกล่าวมีความใกล้ชิดมากเป็นลำดับที่ 4 และมีค่าความเหมือนหรือค่า Identities เท่ากับ 98.55% (สำหรับสิ่งมีชีวิตที่มีความใกล้ชิดมากเป็นลำดับที่ 1, 2 และ 3 ถูกระบุว่าเป็นเชื้อ Uncultured bacterium clone) จากนั้นดำเนินการสร้าง Phylogenetic tree ด้วยวิธีการ Maximum likelihood และดำเนินการทำซ้ำหรือ bootstrap replicate เท่ากับ 100 ซ้ำ พบว่ายีน 16S rDNA ของสาหร่าย OTCK04 มีความใกล้เคียงกับสาหร่าย *Albertania skiophila* ด้วยเช่นกัน (Figure 10)

ลำดับสุดท้ายดำเนินการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสาหร่ายไอโซเลต SMSP06 พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ใกล้เคียงกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อที่มี Accession number เท่ากับ MK095940 (Figure 8) ซึ่งถูกระบุว่าเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Leptolyngbya* sp. ซึ่งถูกจัดจำแนกอยู่ในวงศ์ Leptolyngbyaceae และอันดับ Pseudoanabaenales และโปรแกรม Blast ระบุค่าความเหมือนหรือค่า Identities เท่ากับ 100% และมีความเหมือนมากเป็นอันดับ 1 ประกอบกับการสร้าง Phylogenetic tree ด้วยวิธีการ Maximum likelihood และดำเนินการทำซ้ำหรือ bootstrap replicate เท่ากับ 100 ซ้ำ พบการจับกลุ่มร่วมกัน (monophyletic group) แสดงให้เห็นถึงความคล้ายคลึงกันที่แสดงถึงความมีสายพันธุ์เป็นพี่น้องกัน (sister taxon) กับสาหร่ายสายพันธุ์ *Leptolyngbya* sp. เช่นกัน (มีค่า Bootstrap support เท่ากับ 75) (Figure 11)

7. วิจารณ์ผลการทดลอง

ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน 16s rRNA เป็นยีนที่ได้รับความนิยมในการใช้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตจำพวกโปรคารีโอต สามารถนำข้อมูลความคล้ายของลำดับนิวคลีโอไทด์ยีนดังกล่าวตัดสินว่าจุลินทรีย์สองไอโซเลตเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือไม่ โดยจะต้องมีความคล้ายมากกว่า 98% ถึงจะจัดเป็นชนิดเดียวกัน และมีความคล้ายมากกว่า 94.5% สำหรับการจัดจำแนกให้อยู่สกุลเดียวกัน (Rodriguez-R *et al*., 2018) ดังนั้นจากการวิเคราะห์ลำดับทางพันธุกรรมทั้งหมดซึ่งให้ข้อมูลที่ชัดเจนเพียงพอในการระบุชนิดของสาหร่ายทั้ง 3 ไอโซเลต เนื่องจากมีลำดับที่ตรงกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถสรุปผลการจัดจำแนกสาหร่ายทั้ง 3 ไอโซเลตได้ดังนี้

7.1 ไอโซเลต HMLB05 จัดเป็นสาหร่ายชนิด *Oscillatoria* sp. ซึ่งอยู่ในวงศ์ Oscillatoriaceae

7.2 ไอโซเลต OTCK04 จัดเป็นสาหร่ายชนิด *Albertania skiophila* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Leptolyngbyaceae

7.3 ไอโซเลต SMSP06 จัดเป็นสาหร่ายชนิด *Leptolyngbya* sp. ซึ่งอยู่ในวงศ์ Leptolyngbyaceae

สาหร่ายวงศ์ Leptolyngbyaceae Komárek *et al*. 2014 เป็นสาหร่ายมีลักษณะโคโลนีเป็นเส้นสายยาว (filamentous) โคโลนีไม่พบเซลล์ชนิด Akinete cell และชนิด Heterocyst cell โคโลนีมีชีทหุ้ม มักเป็นเส้นตรงหรือโค้งงอเล็กน้อย (Komárek *et al*. 2014) ซึ่งลักษณะทางสัญฐานวิทยาดังกล่าวคล้ายคลึงกับสาหร่ายวงศ์ Oscillatoriaceae ทำให้มีความสับสนในการจัดจำแนกโดยใช้สัญฐานวิทยา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมในการจัดจำแนก จากการศึกษารายงานเกี่ยวกับข้อมูลสาหร่ายวงศ์ Leptolyngbyaceae และสาหร่ายสกุล *Leptolyngbya* พบว่าถูกตั้งชื่อวงศ์และสกุลและบรรยายลักษณะเมื่อไม่นาน (ค.ศ. 2014) แต่มีการรายงานที่น่าสนใจเกี่ยวกับสาหร่ายกลุ่มดังกล่าวนั่นคือ งานวิจัยของ Mironov *et al.,* (2019) ที่ศึกษาและทำการสร้าง Draft Genome Sequences ของสาหร่าย *Leptolyngbya* sp. IPPAS B-1204 รหัส MK095940 (สาหร่ายนี้มีลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน 16S rDNA เหมือนกับไอโซเลต SMSP06 โดยมีค่า percentage Identities เท่ากับ 100%) โดยวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม AntiSMASH (Blin *et al.,* 2021) พบว่ามีกลุ่มของยีนหรือ Gene-clusters ที่มีความสามารถในการแสดงออกในการควบคุมการสร้างสาร barbamide ซึ่งสารดังกล่าวนั้นเป็นจัดอยู่ในกลุ่ม chlorinated lipopeptide มีการรายงานว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยฝาเดียวน้ำจืด *Biomphalaria glabrata* โดยมีค่า absolute lethal concentration หรือค่า LC_{100} อยู่ที่ 10 ppm (Essack *et al.,* 2014) จึงเป็นไปได้ว่าสาร barbamide อาจเป็นสาเหตุการตายของหอยซัคซีเนียและหอยเจดีย์ใหญ่ในระหว่างการทดสอบศักยภาพของสาหร่ายไอโซเลต SMSP06 สำหรับสาหร่ายไอโซเลต OTCK04 ซึ่งถูกระบุว่ามีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมเมื่อเทียบกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด *Albertania skiophila* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Leptolyngbyaceae เช่นกันกับไอโซเลต SMSP06 จากการค้นคว้าเอกสารจากต่างประเทศพบว่าไม่มีการรายงานเกี่ยวกับการศึกษาสารเมตา

โบไลต์ทุติยภูมิของสาหร่ายสกุลหรือชนิดดังกล่าว อาจเพราะสาหร่ายสกุล *Albertania* ถูกตั้งชื่อและบรรยายโดยใช้ข้อมูลทางนิเวศวิทยาและข้อมูลทางพันธุกรรมเป็นครั้งแรกเมื่อไม่นาน (เดือนมิถุนายนปี 2018 โดย Zammit เมื่อปี 2018) นอกจากนี้ยังไม่มีการรายงานเกี่ยวกับสาหร่ายสกุลและชนิดดังกล่าวในประเทศไทย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoriaceae มาใช้ในการกำจัดหอยฝาเดียว ได้แก่ การศึกษาของ Jaki *et al*., เมื่อปี 1999 พบว่ามีสาหร่ายหลายชนิด ได้แก่ สาหร่าย *Lyngbya* sp., *Oscillatoria amoena*, *Oscillatoria Formosa* และสาหร่าย *Phormidium favosum* มีฤทธิ์กำจัดหอยน้ำจืด *Biomphalaria glabrata* ซึ่งเป็นพาหะนำโรคพยาธิใบไม้ในเลือด (schistosomiasis) ของคนเทียบได้ประสิทธิภาพใกล้เคียงสาร podophyllotoxin ที่ความเข้มข้น 100 ppm จากการรายงานของ Pereira *et al*., เมื่อปี 2010 พบสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิที่พบในสาหร่ายวงศ์ Oscillatoriaceae สองชนิดจากสองสกุลมีความสามารถในการสร้างสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าหอยฝาเดียว (molluscicide) ได้แก่สาร thiopalmyrone และ palmyrroline สาหร่ายสองชนิดดังกล่าวได้แก่ *Oscillatoria* sp. และ *Hormoscilla* sp. สามารถกำจัดหอยน้ำจืด *B. glabrata* ได้โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 8.3 µM และ 6.0 µM ตามลำดับ และเมื่อปี 2014 จากการศึกษาของ Essack *et al*. รายงานว่าสาหร่ายชนิด *Lyngbya majuscula* สามารถสร้างสาร barbamide ซึ่งเป็นสารกลุ่ม chlorinated lipopeptide ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดหอย *B. glabrata* โดยมีค่า absolute lethal concentration หรือค่า LC_{100} เท่ากับ 10 ppm และสาหร่ายชนิด *Lyngbya bouillonii* สร้างสาร cyanolide A ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดหอย *B. glabrata* โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.2 µM (Essack *et al*., 2014) นอกจากนี้การศึกษาของ Singh เมื่อปี 1999 พบว่าสาหร่าย *Lyngbya majuscula* ยังมีสาร tanikolide ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดหอย *B. glabrata* โดยมีค่า median lethal dosage หรือค่า LC_{50} เท่ากับ 9 ppm

อย่างไรก็ตามกลับไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับการนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมาใช้กำจัดหอยทากบกทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ แต่พบงานวิจัยที่ใกล้เคียงนั่นก็คือ การศึกษาผลของสารสกัดจากไซยาโนแบคทีเรีย *Phormidium angustissimum* ที่มีฤทธิ์ในการกำจัดไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* ของสุนีรัตน์ เมื่อปี 2557 การทดลองข้างต้นใช้วิธีการศึกษาที่เหมือนกับการทดลองนี้นั่นคือวิธีการเคลือบสารสกัดหรือ Contact Method ลงบนพื้นผิวด้านในของภาชนะที่เลี้ยงสัตว์ทดลองที่ต้องการทดสอบศักยภาพ ผลปรากฏว่าสารสกัดหยาบจากสาหร่าย *P. angustissimum* ที่เลี้ยงในอาหารเหลว BG11 สูตรลด K_2HPO_4 ลง 50% เมื่อนำไปเคลือบบนภาชนะเลี้ยงไรฝุ่นที่ความเข้มข้น 48 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีผลทำให้ไรฝุ่นตาย 100% (LC_{50} = 2.28) ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวได้ผลดีกว่าเกณฑ์ของความเข้มข้นสารสกัดจากพืชในการกำจัดหอยในน้ำขององค์การอนามัยโลก (WHO) ระบุไว้ว่าไม่เกิน 100 ppm (Duncan & Sturrock, 1987) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบประสิทธิภาพสารละลายที่สกัดจากไอโซเลตสาหร่ายวงศ์ Oscillatoriaceae ซึ่งใช้ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 117 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร แม้ว่าค่าความ

เข้มข้นที่ได้นั้นสูงกว่าเกณฑ์ของ WHO อยู่ 17 ไมโครกรัม แต่งานวิจัยชิ้นนี้ใช้ความเข้มข้นที่ของสาหร่ายที่วัดจากน้ำหนักแห้ง ดังนั้นหากเปลี่ยนมาใช้สารสกัดหยาบ (crude extract) จากไอโซเลตของสาหร่ายอาจจะทำให้ค่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชต่ำกว่าเกณฑ์ 100 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร (สาหร่ายวงศ์ Oscillatoriaceae น้ำหนักแห้ง 100 กรัมให้สารสกัดหยาบ 2.92±0.02 กรัม, สุนีรัตน์และคณะ 2557) ดังนั้นหากมีการดำเนินการวิจัยในอนาคต ควรมีการทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช โดยเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์สาหร่ายที่ใช้เคลือบบนพื้นผิวเพื่อทดสอบ โดยเปลี่ยนจากรูปแบบสาหร่ายแห้งเปลี่ยนมาเป็นสารสกัดหยาบจากสาหร่ายซึ่งอาจจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชที่ดีกว่านี้ก็เป็นได้

การนำไปใช้ประโยชน์สำหรับงานวิจัยชิ้นดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปใช้อ้างอิงทางด้านการนำสิ่งมีชีวิตจำพวกจุรินทรีย์กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบได้ในระบบนิเวศของประเทศไทยไปใช้ในการกำจัดหอยศัตรูพืชด้วยชีววิธี หากมีการศึกษาวิจัยในอนาคตเพื่อยกระดับให้กลายเป็นชีวภัณฑ์กำจัดหอยศัตรูพืชได้สำเร็จ จะสามารถลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรซึ่งตอบสนองนโยบายเกษตรอินทรีย์และลดการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและชีวภัณฑ์ทางการเกษตร ส่งผลให้ลดการขาดดุลทางการค้าของประเทศไทยได้ในอนาคต นอกจากนี้งามวิจัยชิ้นดังกล่าวยังเป็นงานวิจัยชิ้นแรก ๆ ที่มุ่งศึกษาการศักยภาพการกำจัดหอยศัตรูพืชในกลุ่มหอยทากบกเป็น ซึ่งก่อนหน้านี้งานวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ใช้ในการกำจัดหอยศัตรูพืช มักมุ่งเน้นทดสอบกับหอยฝาเดียวที่อาศัยอยู่ในน้ำเป็นส่วนใหญ่

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการทดสอบศักยภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งหมด 44 ไอโซเลต เพื่อค้นหาสาหร่ายที่มีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืช ทดสอบกับหอยศัตรูพืชที่สำคัญทางการเกษตรทั้งหมด 3 ชนิด เริ่มต้นด้วยการทดสอบกับหอยซัคซีเนีย จากนั้นนำสาหร่ายที่มีศักยภาพมาทดสอบกับหอยเจดีย์ และนำไอโซเลตสาหร่ายที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชทั้งสองชนิดไปทดสอบกับหอยทากสยามเป็นลำดับสุดท้าย ผลปรากฏว่าพบสาหร่ายที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยซัคซีเนียจำนวน 14 จาก 44 ไอโซเลต (p-value < 0.01 ที่เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง) และเมื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการกำจัดหอยซัคซีเนียระหว่าง 14 ไอโซเลตดังกล่าวแล้วพบว่าสาหร่ายที่มีศักยภาพโดดเด่น (สามารถกำจัดหอยซัคซีเนียได้ 100 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลา 72 ชั่วโมง) จำนวน 8 ไอโซเลต ได้แก่ CPSB05, HMLB01, HMLB02, HMLB03, HMLB04, HMLB08, KUBK06 และ OTCK05 จากนั้นดำเนินการคัดเลือกสาหร่ายทั้ง 14 ไอโซเลตไปทดสอบเพื่อคัดเลือกหาสาหร่ายที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยเจดีย์ใหญ่ต่อไป จากการทดสอบพบว่ามีสาหร่ายเพียง 3 ไอโซเลตจากทั้งหมด 14 ไอโซเลตเท่านั้นที่มีศักยภาพโดดเด่น โดยมีความสามารถในการฆ่าได้ทั้งหอยซัคซีเนียและหอยเจดีย์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (p-value<0.01 ที่เวลา 48 และ 72 ชั่วโมง และอัตราการตายของหอยเจดีย์ใหญ่มากกว่าร้อยและ 50 ที่เวลา 72 ชั่วโมง) ได้แก่ ไอโซเลต HMLB05 (ร้อยละการตายของหอยเจดีย์

ใหญ่เท่ากับ 86.667 ที่ เวลา 72 ชั่วโมง) OTCK04 (ร้อยละการตายของหอยเจดีย์ใหญ่เท่ากับ 90.000 ที่ เวลา 72 ชั่วโมง) และ SMSP06 (ร้อยละการตายของหอยเจดีย์ใหญ่เท่ากับ 90.000 ที่ เวลา 72 ชั่วโมง) ในลำดับสุดท้ายนำสาหร่ายทั้งสามไอโซเลตที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชได้ทั้งสองชนิดไปทดสอบกับหอยทากสยามซึ่งเป็นชนิดสุดท้าย ปรากฏว่ามีสาหร่ายเพียงไอโซเลตเดียวเท่านั้น นั่นคือ HMLB05 ที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยทากสยามโดดเด่นกว่ากลุ่มควบคุม ณ เวลา 48 ชั่วโมง (p-value<0.01 และอัตราการตายเท่ากับร้อยละ 26.667) และ 72 ชั่วโมง (p-value<0.05 และอัตราการตายเท่ากับร้อยละ 56.667) สำหรับการดำเนินการศึกษาเพื่อต่อยอดงานวิจัย จากการศึกษาข้อมูลทางพันธุกรรมของสาหร่ายทั้งสามไอโซเลตโดยใช้ยีน 16s rRNA ระบุว่าสาหร่ายไอโซเลต HMLB05 OTCK04 และ SMSP06 มีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมคล้ายคลึงกับจุลินทรีย์ชนิด *Oscillatoria* sp., *Albertania skiophila* และ *Leptolyngbya* sp. ตามลำดับ และสาหร่ายไอโซเลต HMLB05 เป็นสาหร่ายเพียงหนึ่งเดียวเท่านั้นจากสามไอโซเลตที่จัดอยู่ในวงศ์ Oscillatoriaceae จากการผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายดังกล่าวนี้มีศักยภาพในการกำจัดหอยซัคซิเนียและหอยเจดีย์ใหญ่ โดยเฉพาะสาหร่ายไอโซเลต HMLB05 ที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยทากสยาม ข้อมูลดังกล่าวมีความน่าสนใจในการนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อผลิตชีวภัณฑ์ในการกำจัดหอยศัตรูพืชได้ในอนาคต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ดร.จรงค์ศักดิ์ พุมนวน จากคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการทดสอบศักยภาพของสาหร่าย ดร.สุเปญญา จิตตพันธ์ จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเตรียมอาหารเลี้ยงสาหร่าย คุณไตรเดช ข่ายทอง จากกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ห้องปฏิบัติการการทดลองคัดแยกสาหร่าย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในกลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตรที่ให้ความร่วมมือผลักดันงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน. 2550. เทคนิคบทปฏิบัติการทางกีฏวิทยา. ภาควิชาเทคโนลียีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโรยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 102-128.

ณัฐฐิญา กาญจนนิธิพัฒน์ ดาราพร รินทะรักษ์ อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข. 2560. สำรวจและศึกษาศักยภาพหอยน้ำสกุล *Clea* ในการเป็นตัวห้ำหอยน้ำศัตรูพืช. หน้า 794-810. ใน: *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2560.* สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

ปราสาททอง พรหมเกิด พรรณีกา อัตตนนท์ สมเกียติ กล้าแข็ง และทรงทัพ แก้วตา. 2560. การใช้กากเมล็ดชาน้ำมันควบคุมหอยและทากศัตรูพืชในแปลงปลูกผักอินทรีย์. หน้า 281-290. ใน: *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2560.* สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ อำมร อินทร์สังข์ และ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2557 ผลของสารสกัดจากไซยาโนแบคทีเรีย *Phormidium angustissimum* ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต่าง กัน ที่มีต่อฤทธิ์การกำจัดไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 32 : (1) 13-20.

สุเปญญา จิตตพันธ์. 2562. เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน. 47-66. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถนนพระจันทร์ กรุงเทพฯ 2: 47-66.

อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข ณัฐฐิญา กาญจนนิธิพัฒน์ ดาราพร รินทะรักษ์ ปราสาททอง พรหมเกิด ธิติยาสารพัฒน์ และมโนรัตน์ สุดสงวน. 2560. การสำรวจและคัดเลือกเชื้อราสกุล *Aspergillus* ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช. หน้า 811-820 ใน: *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2560 เล่ม 1.* สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข ดาราพร รินทะรักษ์ ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล ไตรเดช ข่ายทอง. 2562. การศึกษาชนิดของแบคทีเรีย Streptomyces ที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช. หน้า 668-680 ใน: *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2562 เล่ม 2.* สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

Andersen, R.A. 2005. Traditional Microalgae Isolation Techniques. Page 83-117. *In: Algal Culturing Techniques*. 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA. 2: 83-117.

Blin, K. Shaw, S. Kloosterman, A.M. Charlop-Powers, Z. Weezel, G.P.V. Medema, M.H.M. Weber, T. 2021. antiSMASH 6.0: improving cluster detection and comparison capabilities. *Nucleic Acids Research* 49(W1): W29–W35.

Darriba, D., Taboada, G. L., Doallo, R. and Posada, D. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. Nature Methods 9(8): 772.

Duncan J, Sturrock RF (1987): Laboratory Evaluation of Potential Plant Molluscicides In: Plant Molluscicides (Mott KE, ed.). pp. 251–265, John Wiley, Chichester.

Essack, M., Alzubaidy, H. S., Bajic, V. B., and Archer, A. C. 2014. Chemical compound toxic to invertebrates isolation from marine cyanobacteria of potential relevance to the agricultural industry. Toxins 6: 3058-3076.

Ferris, M. J., and Hirsch, C. F., 1991. Method for isolation and purification of cyanobacteria. Applied and environmental microbiology 57(5): 1448-1452.

Jaki, B., Orjala, J., Burgi, H.-R., and Sticher, O. 1999. Biological screening of cyanobacteria for antimicrobial and molluscicidal activity, brine shrimp lethality, and cytotoxicity. Pharmaceutical Biology 37(2): 138-143.

Komárek, J., Kastovsky, J., Mares, J., and Johansen, J. R. 2014. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (Cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. Preslia 86: 295-335.

Marchesi, J. R., Sato, T., Weightman, A. J., Martin, T. A., Fry, J. C., Hiom, S. J., Wade, W. G., 1998. Design and Evaluation of Useful Bacterium-Specific PCR Primers That Amplify Genes Coding for Bacterial 16S rRNA. Applied and environmental microbiology. 64(2): 795-799.

Mironov, K.S. Leusenko, P.A. Ustinova, V.V. Bolatkhan, K. Zayadan, B.K. Kupriyanova, E.V. Shumskaya, M. Sinetova, M.A. Los, D.A. 2019. Draft Genome Sequences of a Putative Prokaryotic Consortium (IPPAS B-1204) Consisting of a Cyanobacterium (*Leptolyngbya* sp.) and an Alphaproteobacterium (*Porphyrobacter* sp.). *American Society for Microbiology*. 8(15).

Pereira, A. R., Etzbach, L., Engene, N., Muller, R., and Gerwick, W. H. 2011. Molluscicidal Metabolites from an Assemblage of Palmyra Atoll Cyanobacteria. J. Nat. Prod. 74: 1175–1181.

Park, H. K. 2006. Long-term Preservation of Bloom-forming Cyanobacteria by Cryopreservation. Algae. 21(1): 125-131

Pereira, A. R., McCue, C., and Gerwick, W. H., 2010. Cyanolide A, a Glycosidic Macrolide with Potent Molluscicidal Activity from the Papua New Guinea Cyanobacterium *Lyngbya bouillonii*. National institues of health public access 73(2): 217-220.

Plant Protection Research and Development Office. 2559. List of insect, mite and other zoological pests of economic plant in Thailand. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพ 1: 2-188

Rodriguez-R, L. M., Santosh, G., Harvey, W. T., Ramon, R.-M., Tiedje, J. M., Cole,J. R., *et al*. (2018). The microbial genomes atlas (MiGA) webserver: taxonomicand gene diversity analysis of archaea and bacteria at the whole genome level. Nucleic Acids Res. 46, W282–W288.

Tamura, K. Stecher, G. Kumar, S. 2021. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. Molecular Biology and Evolution, 38(7):3022–3027.

Xing, Y. T., Dai, J. R., Liang, Y. C., Qu, G. L., Wang, W., Xu., Y. and Chen, Y. 2015. Strain of Streptomyces nigrogriseolus capable of generating molluscicidal active substance and application of Streptomyces nigrogriseolus. Patent no. CN104388362A (in Chinese).

Zammit. G. 2018. Systematics and biogeography of sciophilous cyanobacteria; an ecological and molecular description of *Albertania skiophila* (Leptolyngbyaceae) *gen. & sp. nov*. *Phycologia* 57(5): 481–491.

Table 1 Represent Location Names of Cyanobacteria Family Oscillatoriaceae sample, Isolate Codes, Latitude and Longitude, and Amount of Isolate from each location.

Location names (isolate codes)	Latitude and Longitude	Number of Isolates
Kasetsart university (bangken) Bangkok (KUBK)	13°51'10.4"N 100°33'52.9"E	7
Huai som reservoir Mueang Lopburi (HMLB)	14°51'47.6"N 100°51'28.3"E	8
Sublex reservoir Muang Lopburi (SMLB)	14°49'21.1"N 100°46'29.3"E	7
Orchid farm, Phanom Thuan, Kanchanaburi (OTCK)	14°03'06.1"N 99°42'47.8"E	5
Pra Prong Reservoir, Wattananakorn, Sa kaeo (PWSK)	13°59'56.1"N 102°25'31.4"E	7
City Pillar Shrine, Muang, Suphanburi (SMSP)	14°28'42.1"N 100°06'38.8"E	6
Irrigation canal at Phomburi, Singburi (CPSB)	14°48'49.3"N 100°30'42.2"E	4

Table 2 represents the potential of Oscillatoriaceae with molluscicidal activity for the snail pest species *Succinea* sp. The data concern the percentage of mortality, significant values at 24 48 and 72 hours compared with the control group (*significantly at $p<0.05$, **significantly at $p<0.01$) and homogeneous subsets.

	24 hours		48 hours		72 hours	
	Percentage Mortality	*p*-value	Percentage Mortality	*p*-value	Percentage Mortality	*p*-value
Control	0.000 ^{a}	-	0.000 ^{a}	-	0.000 ^{a}	-
CPSB05	53.333 ^{bc}	0.0140*	93.333 ^{e}	0.0000**	100.000 ^{c}	0.0000**
HMLB01	26.667 ^{abc}	0.2040	73.333 ^{cde}	0.0000**	100.000 ^{c}	0.0000**
HMLB02	53.333 ^{bc}	0.0140*	86.667 ^{de}	0.0000**	100.000 ^{c}	0.0000**
HMLB03	60.000 ^{c}	0.0060**	86.667 ^{de}	0.0000**	100.000 ^{c}	0.0000**
HMLB04	53.333 ^{bc}	0.0140*	100.000 ^{e}	0.0000**	100.000 ^{c}	0.0000**
HMLB05	26.667 ^{abc}	0.2040	53.333 ^{bcd}	0.0010**	66.667 ^{cd}	0.0000**
HMLB06	33.333 ^{abc}	0.1150	66.667 ^{cde}	0.0000**	93.333 ^{cd}	0.0000**
HMLB07	40.000 ^{abc}	0.0600	66.667 ^{cde}	0.0000**	93.333 ^{cd}	0.0000**
HMLB08	53.333 ^{bc}	0.0140*	100.000 ^{e}	0.0000**	100.000 ^{c}	0.0000**
KUBK03	40.000 ^{abc}	0.0600	53.333 ^{bcd}	0.0010**	73.333 ^{cd}	0.0000**
KUBK06	46.667 ^{abc}	0.0300*	73.333 ^{cde}	0.0000**	100.000 ^{c}	0.0000**
OTCK04	26.667 ^{abc}	0.2040	40.000 ^{bc}	0.0100**	60.000 ^{bc}	0.0000**
OTCK05	53.333 ^{bc}	0.0140*	100.000 ^{e}	0.0000**	100.000 ^{c}	0.0000**
SMSP06	46.667 ^{abc}	0.0300*	93.333 ^{e}	0.0000**	93.333 ^{cd}	0.0000**

Table 3 represents the potential of Oscillatoriaceae with molluscicidal activity for the snail pest species *Prosopeas walkeri*. The data concern the percentage of mortality, significant values at 24 48 and 72 hours compared with the control group (*significantly at $p<0.05$, **significantly at $p<0.01$) and homogeneous subsets.

	24 hours		48 hours		72 hours	
	Percentage Mortality	*p*-value	Percentage Mortality	*p*-value	Percentage Mortality	*p*-value
CONTROL	0.000 [a]	-	0.000 [a]	-	0.000 [a]	-
CPSB05	0.000 [a]	1.0000	6.667 [a]	0.6360	10.000 [ab]	0.4240
HMLB01	6.667 [a]	0.5800	6.667 [a]	0.6360	16.667 [ab]	0.1850
HMLB02	13.333 [ab]	0.2700	20.000 [abc]	0.1580	26.667 [ab]	0.0350*
HMLB03	6.667 [a]	0.5800	6.667 [a]	0.6360	10.000 [ab]	0.4240
HMLB04	0.000 [a]	1.0000	6.667 [a]	0.6360	16.667 [ab]	0.1850
HMLB05	16.667 [ab]	0.1690	50.000 [c]	0.0010**	86.667 [c]	0.0000**
HMLB06	16.667 [ab]	0.1690	30.000 [abc]	0.0360*	33.333 [b]	0.0090**
HMLB07	0.000 [a]	1.0000	0.000 [a]	1.0000	0.000 [a]	1.0000
HMLB08	3.333 [a]	0.7820	6.667 [a]	0.6360	13.333 [ab]	0.2880
KUBK03	6.667 [a]	0.5800	13.333 [a]	0.3450	13.333 [ab]	0.2880
KUBK06	13.333 [ab]	0.2700	16.667 [ab]	0.2380	16.667 [ab]	0.1850
OTCK04	23.333 [ab]	0.0550	50.000 [c]	0.0010**	90.000 [c]	0.0000**
OTCK05	16.667 [ab]	0.1690	20.000 [abc]	0.1580	20.000 [ab]	0.1120
SMSP06	40.000 [b]	0.0010**	46.667 [bc]	0.0010**	90.000 [c]	0.0000**

Table 4 represents the potential of Oscillatoriaceae with molluscicidal activity for the snail pest species *Sarika siamensis*. The data concern the percentage of mortality and significant values at 24 48 and 72 hours compared with the control group (*significantly at $p<0.05$, **significantly at $p<0.01$) and homogeneous subsets.

	24 hours		48 hours		72 hours	
	Percentage mortality	*p*-value	Percentage mortality	*p*-value	Percentage mortality	*p*-value
CONTROL	0.000 [a]	-	0.000 [a]	-	0.000 [a]	-
HMLB05	16.667 [a]	0.0660	26.667 [b]	0.009**	56.667 [b]	0.012*
OTCK04	6.667 [a]	0.4450	6.667 [ab]	0.477	33.333 [ab]	0.121
SMSP06	16.667 [a]	0.0660	20.000 [ab]	0.042*	33.333 [ab]	0.121

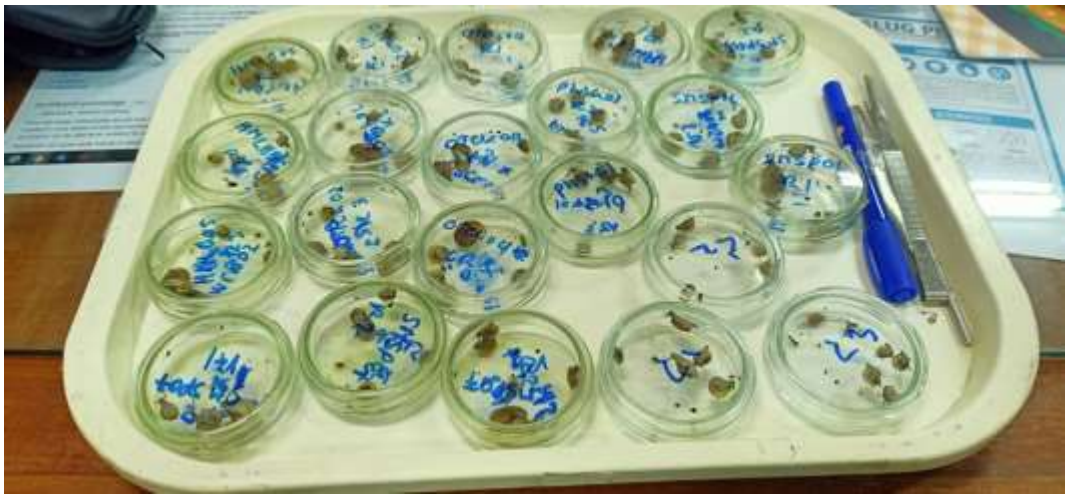


Figure 1 This figure represent Contact method (coating with 7:3 methanol and water solution extracting from each cyanobacteria isolates on glass petri dish.)

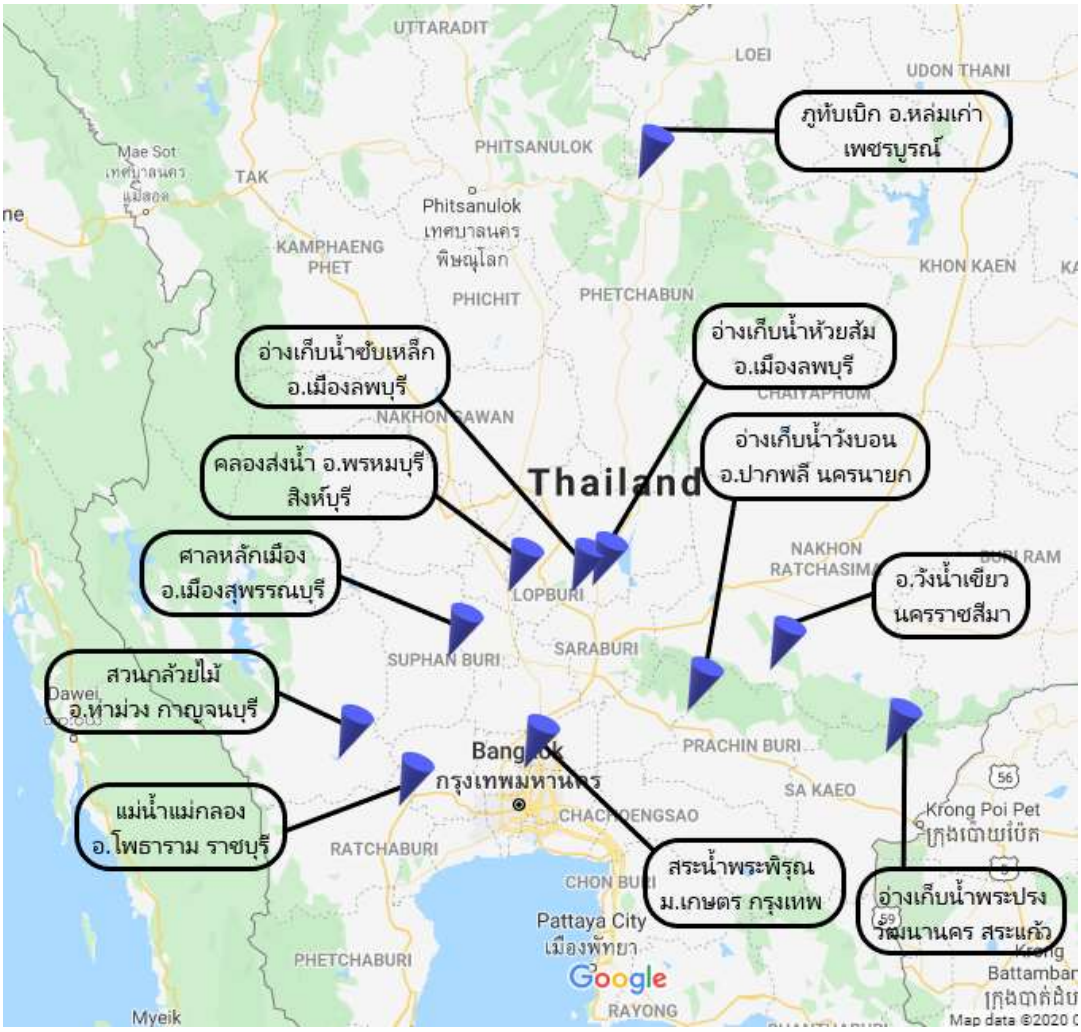


Figure 2 Map of Thailand (whole part of Center, Western region and some part of Northern, North-eastern, and Eastern of Thailand) Represent 11 location of Cyanobacteria

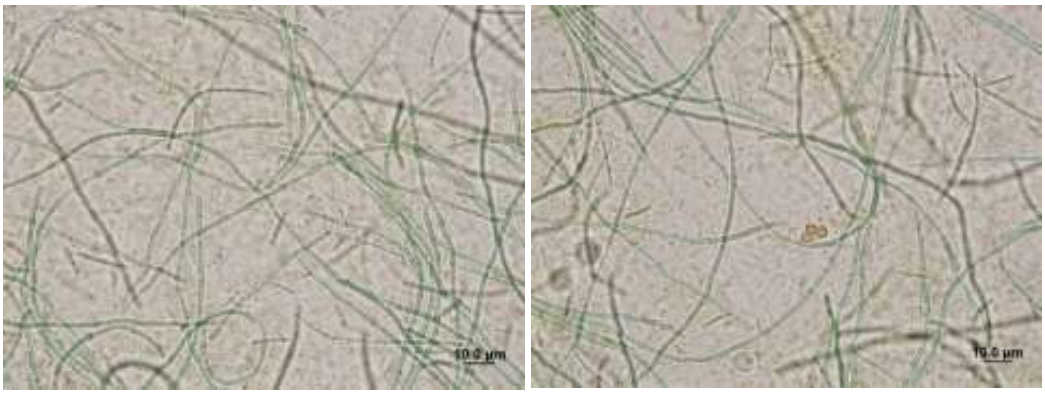


Figure 3 Cyanobacteria Isolate HMLB05 Under Microscope view

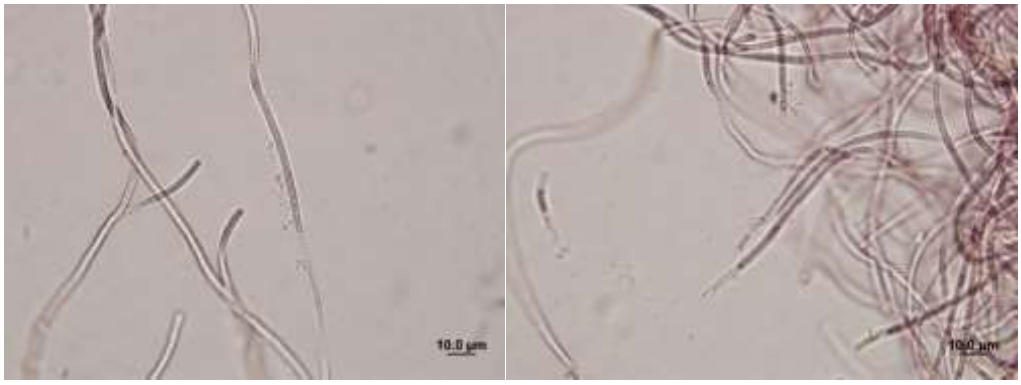


Figure 4 Cyanobacteria Isolate OTCK04 Under Microscope view

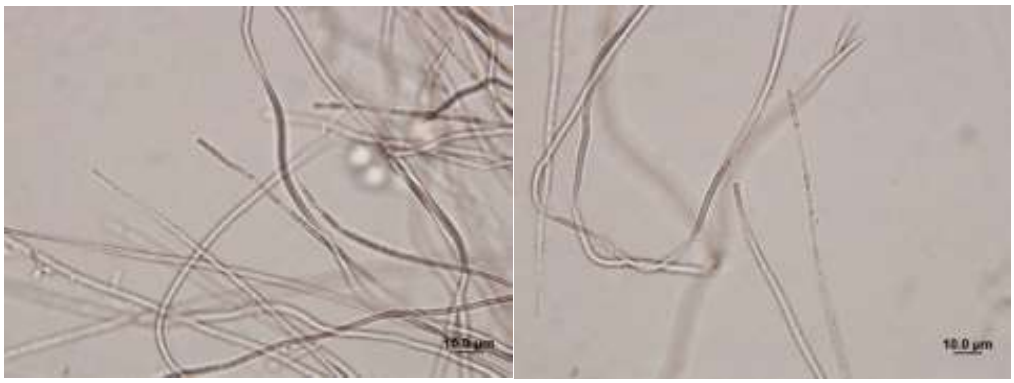


Figure 5 Cyanobacteria Isolate SMSP06 Under Microscope view

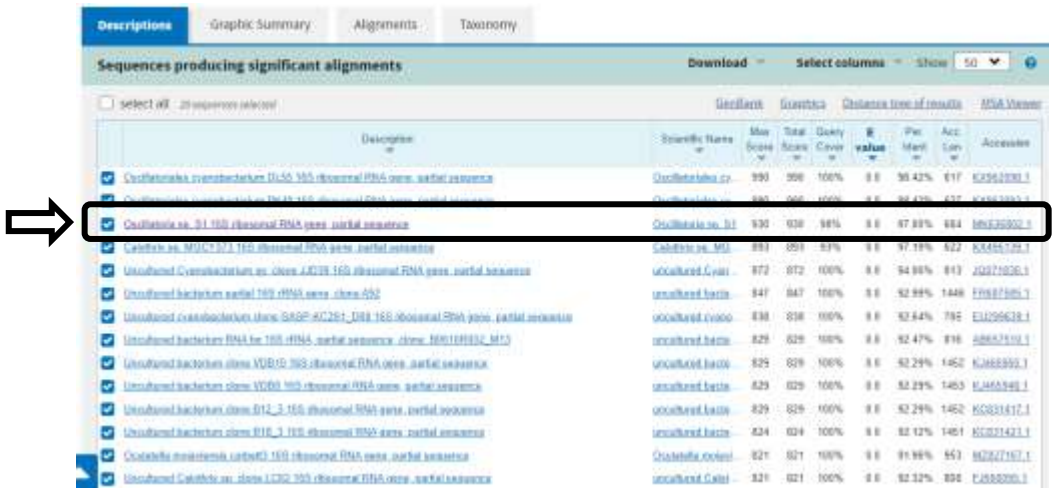


Figure 6 The BLAST program compares HMLB05 cyanobacteria nucleotide sequence to the most 19 congruent sequences from databases and calculates the statistical significance

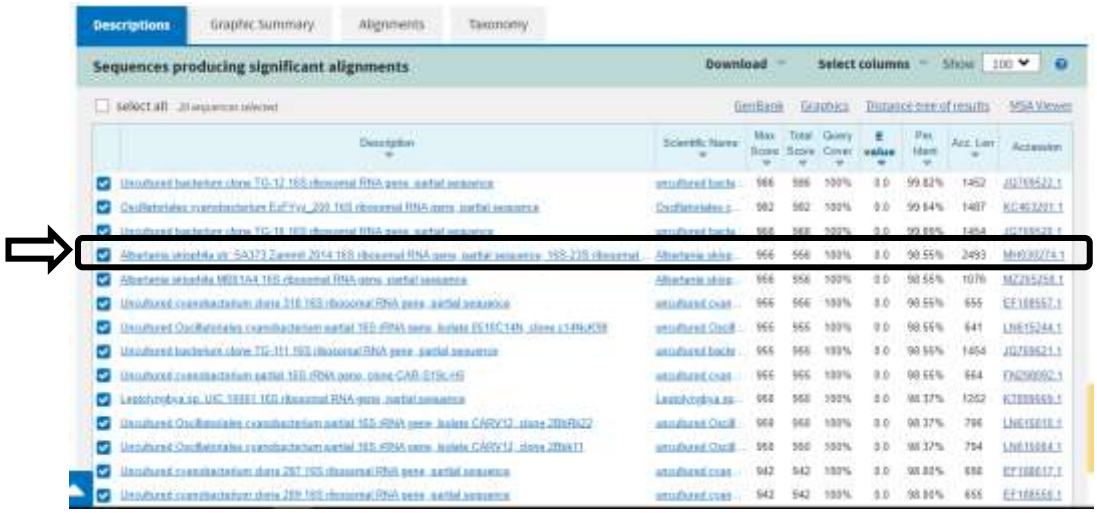


Figure 7 The BLAST program compares OTCK04 cyanobacteria nucleotide sequence to the most 19 congruent sequences from databases and calculates the statistical significance

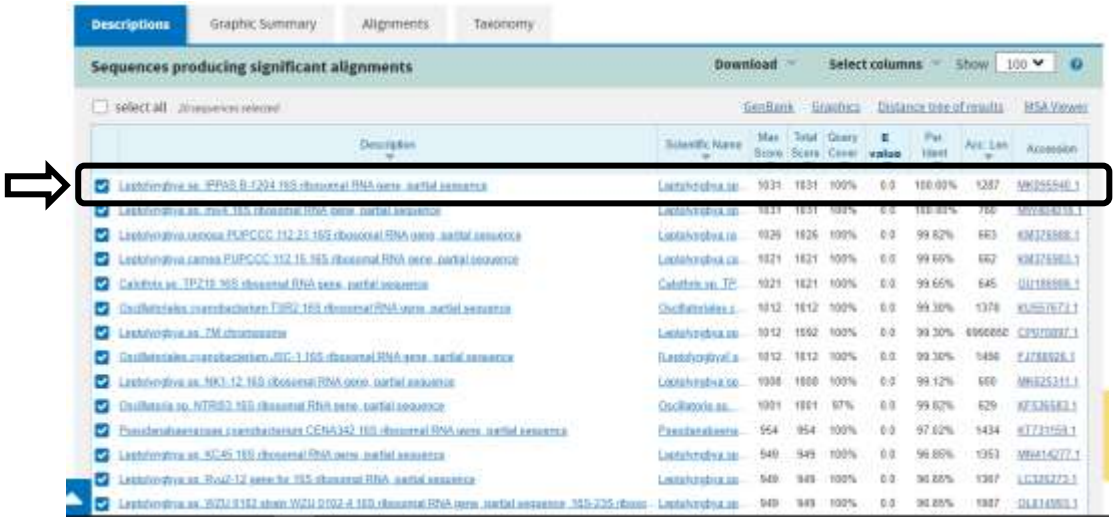


Figure 8 The BLAST program compares SMSP06 cyanobacteria nucleotide sequence to the most 19 congruent sequences from databases and calculates the statistical significance

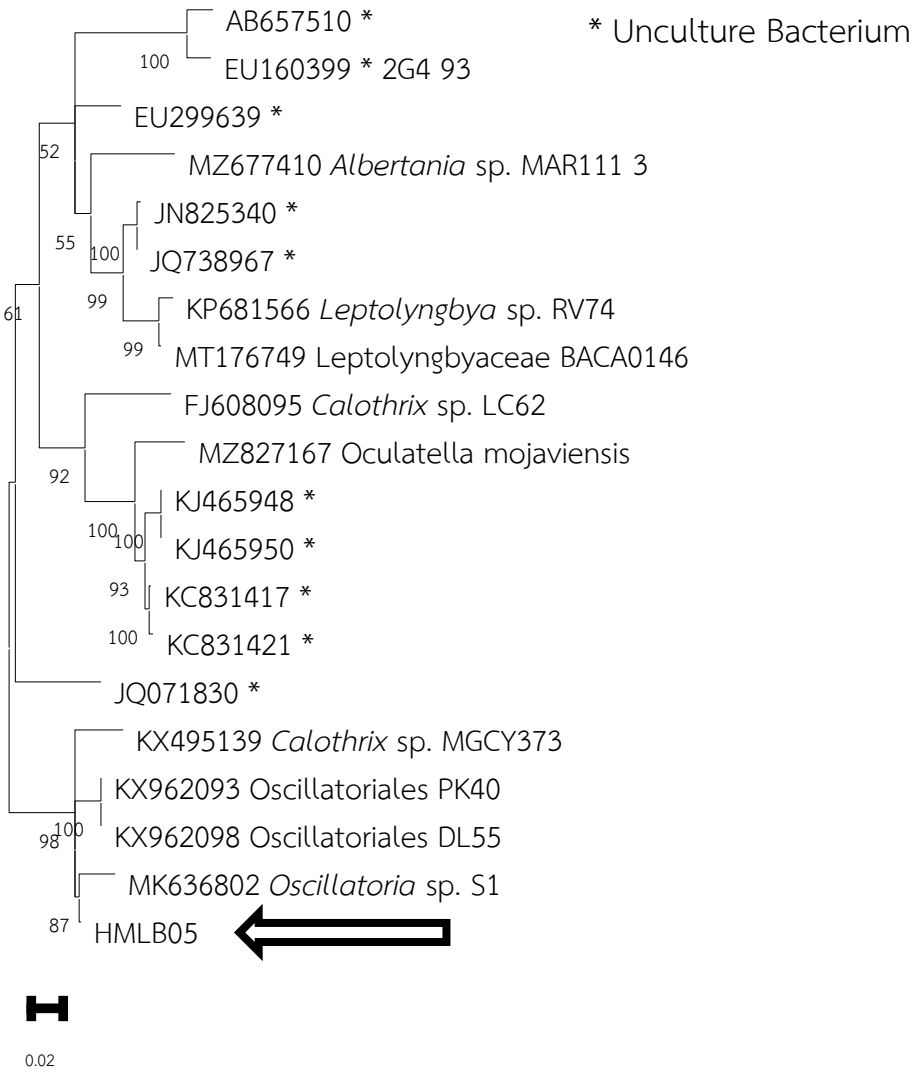


Figure 9 Phylogenetic tree (maximum likelihood) inferred from the 16s rDNA mitochondrial gene of HMLB05 isolate and 19 cyanobacteria squences. The numbers above branches indicated the percentages of bootstrap support values (with 100 replicates)

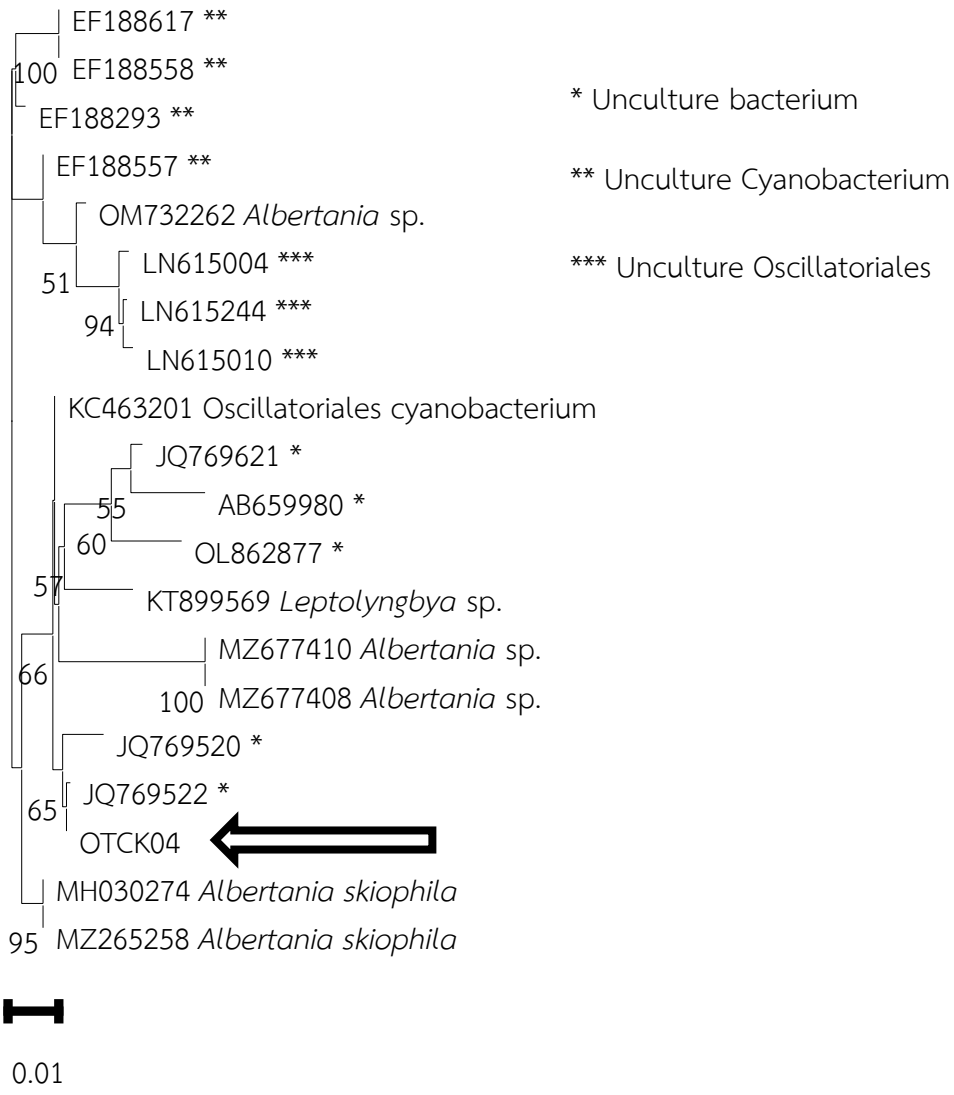


Figure 10 Phylogenetic tree (maximum likelihood) inferred from the 16s rDNA mitochondrial gene of OTCK04 isolate and 19 cyanobacteria squences. The numbers above branches indicated the percentages of bootstrap support values (with 100 replicates)

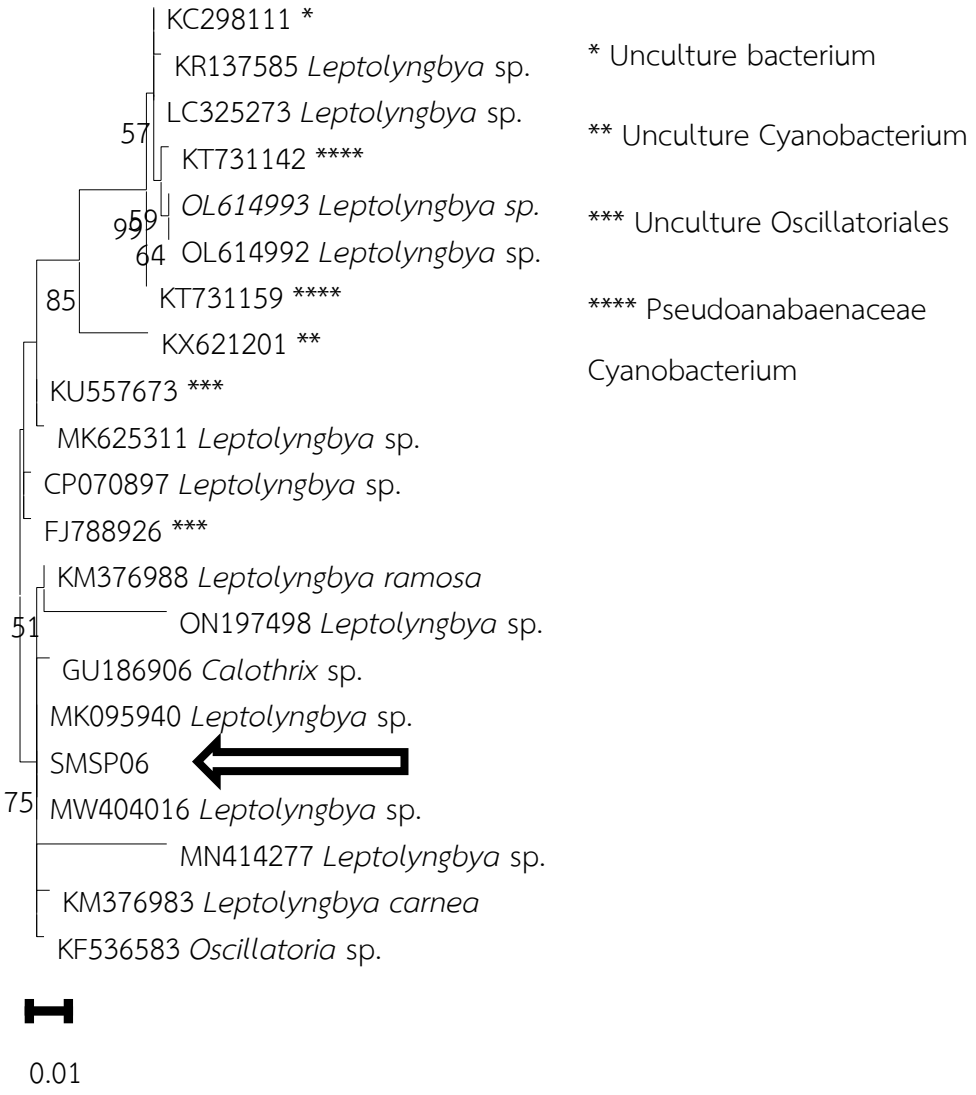


Figure 11 Phylogenetic tree (maximum likelihood) inferred from the 16s rDNA mitochondrial gene of SMSP06 isolate and 20 cyanobacteria squences. The numbers above branches indicated the percentages of bootstrap support values (with 100 replicates)

ภาคผนวก

Partial sequence of Cyanobacteria isolate HMLB05 16S ribosomal DNA gene

CCCGATGTGCCGAGAGGTGAAAGATTGTATCGCCTGAAGATGAGCTCGCGTCCGATTAGCTAGT
TGGTAGGGTAAGAGCCTACCAAGGCGACGATCGGTAACTGGTCTGAGAGGATGACCAGTCACAC
TGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTCCGCAATGGGCG
CAAGCCTGACGGAGCAAGACCGCGTGGGGGAAGAAGGTTTGTGGATTGTAAACCCCTTTTATCA
GGGAAGAAGCTCTGACGGTACCTGATGAATCAGCCTCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGT
AATACGGAGGAGGCAAGCGTTATCCGGAATTATTGGGCGTAAAGCGTCCGTAGGTGGCTATACG
TGTCAGTTGTTAAAGAATGGGGCTTAACTCCATATGGGCGATTGAAACTGTATAGCTAGAGAGTG
GTAGGGGCAAGGGGAATTCCCAGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGATATTGGGAAGAACACCGGTG
GCGAAAGCGCCTTGCTGGGCCATTACTGACACTGAGGGACGAAAGCTAGGGGAGCGAA

Partial sequence of Cyanobacteria isolate OTCK04 16S ribosomal DNA gene

AAACAGTTTTCCTGCCTGAGGATGAGCTCGCGTCCGATTAGCTAGTTGGTGGGGTAAGAGCCTA
CCAAGGCGACGATCGGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCACACTGGGACTGAGACACGGCC
CAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTCCGCAATGGGCGAAAGCCTGACGGAGCAAG
ACCGCGTGAGGGAAGAAGGTCTGTGGATTGTAAACCTCTTTTGACAGGGAAGAAGTACTGACGG
TACCTGTCGAATCAGCCTCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGGAGGAGGCAAGC
GTTATCCGGAATTATTGGGCGTAAAGCGTCCGTAGGTGGATGTTCAAGTCTTCTGTCAAAGCGC
GGAGCTTAACTCCGTAAAGGCAGAGGAAACTGAGCGTCTAGAGTGCGATAGGGGCAAGGGGAAT
TCCCAGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGATATTGGGAAGAACACCGGTGGCGAAAGCGCCTTGCTG
GGTCTGCACTGACACTGAGGGACGAAAGCTAGGGGAGCG

Partial sequence of Cyanobacteria isolate SMSP06 16S ribosomal DNA gene

ATACCCGATGTGCCGAAAGGTGAAAGGATTAATTGCCTGAGGATGAGCTCGCGTCTGATTAGCT
AGTTGGAGGGGTAAAGGCCCACCAAGGCGACGATCAGTAGCTGGTCTGAGAGGATGATCAGCCA
CACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATTTTCCGCAATGG
GCGAAAGCCTGACGGAGCAAGACCGCGTGAGGGAAGACGGCCTACTGGTTGTAAACCTCTTTTG
ATAGGGAAGAACACAATGACGGTACCTATCGAATCAGCCTCGGCTAACTCCGTGCCAGCAGCCG
CGGTAATACGGAGGAGGCAAGCGTTATCCGGAATTATTGGGCGTAAAGCGTCCGTAGGTGGATA
TTCAAGTCAGTTGTTAAAGCGTGGAGCTTAACTCCATAAAGGCAATTGAAACTGAATGTCTAGAG
TGCGATAGGGGCAAGGGGAATTCCCAGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGATATTGGGAAGAACATC
GGTGGCGAAAGCGCCTTGCTGGGTCTGCACTGACACTGAGGGACGAAAGCTAGGGGAG

การคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก

Screening of the effective antagonistic fungi to control *Fusarium oxysporum*, the causal agent of wilt disease in chilli

มะโนรัตน์ สุดสงวน[1/] พรพิมล อธิปัญญาคม[2/] ชนินทร ดวงสอาด[1/]
สุณีรัตน์ สีมะเดื่อ[1/] อมรรัชฎ์ คิดใจเดียว[1/]
[1/]กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]ผู้เชี่ยวชาญ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Soil samples from chilli fields in Kanchanaburi, Nakhon Pathom, and Petchaburi were collected. Three methods were used for fungal isolation: soil dilution, soil plate, alcohol treatment, and heat treatment. Fifty- five fungi were isolated from soil, comprising *Emericella* seven isolates, *Gelasinospora* five isolates, Hamigera three isolates, *Neosartorya* three isolates, Talaromyces four isolates, and *Trichoderma* 34 isolates. The fungal isolates from soil were tested using a dual culture technique to identify isolates with the potential to be antagonistic to *Fusarium oxysporum*, the causative agent of Capsicum wilt disease. The results showed that all isolates of *Trichoderma* could inhibit the mycelium growth of *F. oxysporium*, with a percent of growth inhibition greater than 50%. The top ten high potential inhibition *Trichoderma* isolates were further evaluated for the potential to control Capsicum wilt disease in a greenhouse. The result indicated that *Trichoderma* isolates 21 and 24 showed the lowest percentage of disease incidence, at 25. 00 and 32. 50, respectively. The application techniques of antagonistic *Trichoderma* isolates 21 and 24 to control Capsicum wilt disease in a greenhouse, were further investigated. It was found that poured with Trichoderma showed the lowest percentage of disease incidence.

Keywords : Antagonistic, wilt disease, *Fusarium oxysporum*

รหัสการทดลอง 03-05-59-01-02-00-07-62

บทคัดย่อ

เก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกพริกในจังหวัดกาญจนบุรี นครปฐม และเพชรบุรี แยกเชื้อรา โดยวิธี soil dilution, soil plate, alcohol treatment และ heat treatment สามารถแยกได้เชื้อราปฏิปักษ์ จำนวน 56 ไอโซเลท จำแนกชนิดได้ดังนี้ เชื้อรา *Emericella* จำนวน 7 ไอโซเลท *Gelasinospora* จำนวน 5 ไอโซเลท *Hamigera* จำนวน 3 ไอโซเลท *Neosartorya* จำนวน 3 ไอโซเลท *Talaromyces* จำนวน 4 ไอโซเลท และ *Trichoderma* จำนวน 34 ไอโซเลท ทดสอบศักยภาพการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อราที่แยกได้จากดินต่อเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวพริกโดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* จำนวน 34 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* ได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ โดยคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูง จำนวน 10 ไอโซเลทเพื่อนำมาทดสอบศักยภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวพริกในโรงเรือนพบว่าเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 21 และ 24 มีเปอร์เซ็นต์การการเกิดโรคน้อยที่สุด 25.00 และ 32.50 ตามลำดับ นำเชื้อราไตรโคเดอร์มาทั้ง 2 ไอโซเลทมาทดสอบวิธีการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคเหี่ยวพริกในโรงเรือนพบว่าการราดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาพร้อมกับปลูกพริกช่วยลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ดีที่สุด

คำหลัก : เชื้อราปฏิปักษ์ โรคเหี่ยวพริก *Fusarium oxysporum*

คำนำ

ราพริกจัดเป็นพืชผักที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหารและเป็นพืชส่งออกที่สำคัญสร้างรายได้ให้กับประเทศไทย ในการผลิตพริกให้มีคุณภาพนั้น เกษตรกรต้องดูแลอย่างดี เนื่องจากพริกมีปัญหาศัตรูพืชหลายชนิด เช่น แมลง โรคพืช และวัชพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคพืชส่งผลต่อผลผลิตพริกทำให้พริกมีผลผลิตลดลงและด้อยคุณภาพ

โรคเหี่ยวของพริกเกิดจากเชื้อรา *F. oxysporum* โรคนี้เกิดกับพริกได้ทุกระยะการเจริญเติบโต โดยเริ่มเข้าทำลายตั้งแต่ระยะต้นกล้าจนถึงระยะที่พริกให้ผลผลิต อาการที่เกิดกับต้นกล้าในระยะแรกจะทำให้ต้นพริกหยุดการเจริญเติบโต แคระแกร็น หากรุนแรงอาจทำให้ตายในที่สุด ส่วนอาการที่เกิดในระยะต้นโต พริกที่เกิดโรคจะแสดงลักษณะอาการใบล่างเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ต่อมาจะเริ่มลามไปที่ใบถัดๆ ไปและเหลืองมากเรื่อยๆ ตามลำดับ เนื่องจากเชื้อราสาเหตุเข้าทำลายรากหรือลำต้น ทำให้รากและโคนต้นถูกทำลาย ทำให้ต้นพริกแสดงอาการเหี่ยว ใบร่วง ดอกและผลร่วง และยืนต้นตายภายใน 1-2 สัปดาห์ (อภิรัชต์, 2557) เกษตรกรส่วนใหญ่จึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการควบคุมโรค เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สามารถจำหน่ายได้ ซึ่งการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากและอัตราการใช้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น จึงมีการศึกษาเกี่ยวการควบคุมโรคโดยชีววิธี ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะนำมาใช้ในการเพาะปลูกเพื่อลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และในกรณีที่ไม่สามารถใช้สารเคมีหรือมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสามารถใช้จุลินทรีย์ควบคุมโรคแทน

การใช้สารเคมีนอกจากนี้จุลินทรีย์ยังสามารถเพิ่มปริมาณและมีความคงทนอยู่ในดินได้ยาวนานกว่าสารเคมี (Suslow, 1982)

Joshi *et al*. (2012) ทำการคัดเลือกเชื้อรา *F. oxysporum* ที่เป็น non-pathogenic เพื่อใช้ควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก โดยทำการแยกเชื้อรา *F. oxysporum* จากดินบริเวณแปลงปลูกพริก สามารถแยกได้เชื้อรา *Fusarium* ทั้งหมด 80 ไอโซเลท และจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางชีวโมเลกุล สามารถแยกได้ *F. oxysporum* ทั้งหมด 48 ไอโซเลท และนำไปทดสอบการเกิดโรคกับต้นพริก พบว่า มี 1 ไอโซเลทที่มีความรุนแรงในการก่อโรค (ไอโซเลท no.35) และมี 10 ไอโซเลทที่เป็น non-pathogenic เมื่อนำทั้ง 10 ไอโซเลท ได้แก่ no.27, 32, 49, 56, 62, 65, 66, 75, 77 และ 79 มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *F. oxysporum* no.35 โดยวิธี dual culture พบว่า *F. oxysporum* ที่เป็น non-pathogenic ทั้ง 10 ไอโซเลทมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย *F. oxysporum* no.35 ได้ดังนี้ 31.07, 30.64, 34.42, 31.52, 28.36, 37.66, 26.04, 25.57, 24.59 และ 31.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดย *F. oxysporum* no.65 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้สูงสุด 37.66 เปอร์เซ็นต์ และ *F. oxysporum* no.77 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้สูงสุด 24.59 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มีการนำเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากบริเวณ rhizosphere และ rhizoplane ได้แก่ *Trichoderma viride*, *Aspergillus sydowi*, *Streptomyces erythreus*, Unidentified actinomycetes และ *Bacillus* spp. มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก พบว่า เชื้อรา *Trichoderma viride* มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* สาเหตุโรคเหี่ยวในพริกได้มากที่สุด (Sastiya *et al*., 2016)

Saengnak *et al*. (2013) ศึกษาการผลการเป็นปฏิปักษ์ของ *Streptomyces* โดยนำ *Streptomyces* ทั้งหมด 6 สเตรน ได้แก่ NSP1, NSP2, NSP3, NSP4, NSP5 และ NSP6 มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp.*capsici* (FoC4) สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก โดยวิธี dual culture พบว่า *Streptomyces* ทั้งหมด 6 สเตรน มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (FoC4) ได้ 75.7-81.0 เปอร์เซ็นต์ โดย *Streptomyces* NSP1 มีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (FoC4) ได้สูงที่สุดถึง 81.0 เปอร์เซ็นต์ และได้ทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ของ *Streptomyces* ในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (FoC4) โดยทำการทดสอบบน culture media และแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน คือ non-filtered culture medium (NF) และ filtered culture medium (F) พบว่า culture media ของ *Streptomyces* มีความสามารถในการยังยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (FoC4) ได้ 53.6-62.7 เปอร์เซ็นต์ใน NF และ 48.8-56.2 เปอร์เซ็นต์ใน F โดย *Streptomyces* NSP4 มีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (FoC4) ได้สูงที่สุด

นอกจากการศึกษาความสามารถของเชื้อราปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกแล้วมีบางรายงานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทดลองที่ใช้เชื้อราที่เป็น non-pathogenic โดยในปี 2002 Larkin and Fravel (2002) ได้ทำการศึกษาผลของสภาพแวดล้อมต่อการใช้ *Fusarium* spp. (nonpathogenic) ในการควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศ โดยการนำ spore suspension ของรา *F. oxysporum* สายพันธุ์ CS-20 และ CS-24 และรา *F. solani* สายพันธุ์ CS-1 ที่ความเข้มข้น 106 สปอร์/มิลลิลิตร โดยใช้ช่วงอุณหภูมิ 22-32 องศาเซียลเซส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่มีผลต่อการพัฒนาของโรค พบว่า รา *F. oxysporum* สายพันธุ์ CS-20 สามารถลดอาการของโรคได้ในทุกช่วงอุณหภูมิ ส่วน *F. oxysporum* สายพันธุ์ CS-24 และรา *F. solani* สายพันธุ์ CS-1 สามารถลดอาการของโรคได้ที่ช่วงอุณหภูมิสูง แต่เนื่องจากอาจมีผลมาจากช่วงของอุณหภูมิที่มีผลต่อการพัฒนาของโรค (27 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ *F. oxysporum* สายพันธุ์ CS-20 สามารถลดอาการของโรคได้ 56-79 เปอร์เซ็นต์เมื่อปลูกในดินที่มีลักษณะเป็นดินทรายจนถึงดินเหนียว *F. oxysporum* สายพันธุ์ CS-24 และ *F. solani* สายพันธุ์ CS-1 สามารถลดอาการของโรคได้ 49-46 เปอร์เซ็นต์เมื่อปลูกในดินที่มีลักษณะเป็นดินทรายและดินร่วนปนทรายจากการทดลองนี้แสดงในเห็นว่าสภาพแวดล้อมนั้นมีผลต่อประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์ต่อราสาเหตุโรคพืช หากต้องการนำราปฏิปักษ์มาใช้จึงต้องมีการทำการทดสอบให้มากยิ่งขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวและแนวทางการป้องกันกำจัดในข้างต้นนั้น ผู้วิจัย จึงเห็นว่ามีความจำเป็นที่ต้องทำการคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์เพื่อควบคุมราสาเหตุโรค เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมี และเพื่อเป็นอีกทางเลือกเพื่อใช้ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคในแปลงเพาะปลูกพริกแบบอินทรีย์ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตพริกต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ได้แก่ มีด กรรไกร กรรไกรตัดกิ่ง ถุงพลาสติก กระดาษสำหรับห่อตัวอย่าง กระดาษบันทึก ปากกาเคมี เครื่องระบุพิกัด

2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตู้เขี่ยเชื้อ ตู้อบฆ่าเชื้อ หม้อนึ่งความดัน

3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว ได้แก่ จานอาหารเลี้ยงเชื้อ หลอดทดลอง ขวดดูแรน บีกเกอร์ กระบอกตวง แท่งแก้วสามเหลี่ยม ตะเกียงแอลกอฮอล์ สไลด์ กระจกปิดสไลด์

4. เข็มเขี่ยปลายแหลม เข็มเขี่ยปลายกลม ปากคีบ ด้ามมีด ใบมีดผ่าตัด

5. กล้องจุลทรรศน์แบบ compound และ stereo พร้อมกล้องถ่ายภาพ

6. อาหารแยกและเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ Gochenaur's glucose ammonium nitrate agar (GAN) และ Potato Dextrose Agar (PDA)

7. สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ และ เอธิลแอลกอฮอล์ 75%

8. อุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ เมล็ดพริกชี้ฟ้า ถาดเพาะ กระถาง ถุงพลาสติก และดินสำหรับปลูกพืช

วิธีการ

1. การรวบรวมและจำแนกเชื้อราปฏิปักษ์

1.1 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินตามแหล่งธรรมชาติและบริเวณแปลงปลูกพริก ใส่ถุงพลาสติก และบันทึกรายละเอียด แหล่งที่เก็บ พิกัดทางภูมิศาสตร์ วันที่เก็บ ผู้เก็บ เป็นต้น

1.2 การแยกเชื้อราปฏิปักษ์จากดิน

- Soil dilution plate method (Barron, 1968) ชั่งดิน 0.03 กรัม ใส่ในน้ำ 90 ซีซี ในหลอดทดลอง จากนั้นดูดสารละลายดินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เททับด้วยอาหาร Gochenaur's glucose ammonium nitrate agar (GAN) บ่มในที่มืด 2-4 วัน

- Alcohol treatment method (Warcup and Baker, 1963) ใส่แอลกอฮอล์ 65% ลงในหลอดทดลองที่มีตัวอย่างดินแช่ไว้ประมาณ 15 นาที รินแอลกอฮอล์ทิ้ง ตักดินใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เททับด้วยอาหาร GAN บ่มในที่มืด 3-5 วัน

- Heat treatment method (Warcup, 1951; A modification of Warcup and Baker, 1963) ใส่น้ำลงในหลอดทดลองที่มีตัวอย่างดิน นำไปแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ใส่ดินในจานเลี้ยงเชื้อ และเททับด้วยอาหาร GAN บ่มในที่มืด 3-5 วัน

1.3 ศึกษาและจำแนกชนิดของเชื้อราปฏิปักษ์

เลี้ยงเชื้อราบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน ศึกษาลักษณะการเจริญ สี การสร้างสปอร์ และศึกษารูปร่างลักษณะทางสัณฐานของเชื้อ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นำข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ของเชื้อราเปรียบเทียบกับหนังสือการจัดจำแนกขอองเชื้อราหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเคยมีรายงานไว้

2. การเก็บตัวอย่างโรคเหี่ยวของพริกและแยกเชื้อรา *F. oxysporum*

เก็บตัวอย่างต้นพริกที่แสดงอาการของโรคเหี่ยวจากแปลงปลูกพริกที่สำคัญนำมาแยกเชื้อราสาเหตุของโรค โดยวิธี tissue transplanting นำส่วนของพืชที่เป็นโรคมาตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 0.5x0.5 มิลลิเมตร ให้คาบต่อส่วนที่เป็นโรคและไม่เป็นโรค แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปรคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3-5 นาที ล้างในน้ำนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง นำไปซับบนกระดาษที่ผ่านการฆ่าเชื้อให้แห้ง แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส นาน 7-21 วัน แยกเชื้อราให้บริสุทธิ์ และเก็บรักษาใน culture collection กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร

3. การทดสอบศักยภาพของราปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำเชื้อราปฏิปักษ์ที่แยกได้มาทดสอบศักยภาพในการยังยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporum* โดยวิธี dual culture นำเชื้อราปฏิปักษ์และเชื้อราสาเหตุโรคพืชมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เดียวกัน โดยวางเชื้อแต่ละชนิดให้ห่างจากขอบจานอาหาร 2 เซนติเมตร บ่มที่

อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7-14 วัน บันทึกการเจริญของเส้นใยโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคพืชเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งโดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

สูตรคำนวณเปอร์เซ็นต์การยังยั้งการเจริญเติบโต (Percent Inhibition of Radial Growth: PIRG) (Skidmore and Dickinson, 1976)

$$PIRG = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100$$

R1 = ความยาวรัศมีของโคโลนีของเชื้อรา *F. oxysporum* ในจานชุดควบคุม

R2 = ความยาวรัศมีของโคโลนีของเชื้อรา *F. oxysporum* ในจานชุดทดสอบ

โดยประมาณค่าการยับยั้ง (ประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์) ดังนี้ (เกษม, 2532)

>75%	มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงมาก
61 – 75 %	มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูง
51 – 60 %	มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปานกลาง
< 50%	มีประสิทธิภาพในการยับยั้งต่ำ

4. การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกในโรงเรือน

4.1 คัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริก

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 12 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 1
กรรมวิธีที่ 2 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 2
กรรมวิธีที่ 3 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 3
กรรมวิธีที่ 4 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 4
กรรมวิธีที่ 5 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 5
กรรมวิธีที่ 6 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 6
กรรมวิธีที่ 7 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 7
กรรมวิธีที่ 8 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 8
กรรมวิธีที่ 9 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 9
กรรมวิธีที่ 10 เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 10
กรรมวิธีที่ 11 คลุกดินด้วยเชื้อรา *F. oxysporum*
กรรมวิธีที่ 12 น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)

การเตรียมดินปลูกเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก ใส่ดินลงในถุงดำขนาด 4-5 นิ้ว จากนั้นใส่เชื้อรา *F. oxysporum* ที่เตรียมไว้ตามวิธีของ (Naik *et al*., 2009) แล้วทำการย้ายต้นกล้าพริก อายุ 30 วันลงปลูก จากนั้นดำเนินการทดลองตามกรรมวิธีโดยนำเชื้อราปฏิปักษ์ที่ได้จาก

การทดสอบในข้อ 3 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 10 ไอโซเลท และทำการราดดินด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ในแต่ละกรรมวิธีที่ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์/มิลลิลิตร ทำการราดซ้ำด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ทุก 7 วัน ติดตามทุก 3 5 7 11 และ 14 วัน โดยนับจำนวนต้นพริกที่แสดงอาการเหี่ยวเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

สูตรคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (Percent Disease Incidence) (Patra *et al*., 2017)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนต้นพืชที่แสดงอาการเหี่ยว}}{\text{จำนวนต้นพืชทั้งหมด}} \times 100$$

4.2 ทดสอบวิธีการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริก

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 10 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 1 พร้อมปลูกพริก และราดซ้ำทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 2 ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 1 หลังจากปลูกพริก 3 วัน และราดซ้ำทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 3 คลุกดินด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 1 ที่เลี้ยงบนเมล็ดข้างฟ่างก่อนปลูกพริก และใส่เชื้อราปฏิปักษ์ทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 4 โรยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 1 หลังปลูกพริก 3 วัน และโรยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อปฏิปักษ์ทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 5 ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 2 พร้อมปลูกพริก และราดซ้ำทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 6 ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 2 หลังจากปลูกพริก 3 วัน และราดซ้ำทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 7 คลุกดินด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 2 ที่เลี้ยงบนเมล็ดข้างฟ่างก่อนปลูกพริกและใส่เชื้อราปฏิปักษ์ทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 8 โรยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 2 หลังปลูกพริก 3 วันและโรยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อปฏิปักษ์ทุก 7 วัน

กรรมวิธีที่ 9 คลุกดินด้วยเชื้อรา *F. oxysporum*

กรรมวิธีที่ 10 น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)

การเตรียมดินปลูกเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก ใส่ดินลงในถุงดำขนาด 10-11 นิ้ว จากนั้นใส่เชื้อรา *F. oxysporum* ที่เตรียมไว้ตามวิธีของ (Naik *et al*., 2009) แล้วทำการย้ายต้นกล้าพริก อายุ 30 วันลงปลูก นำเชื้อราปฏิปักษ์ที่ได้จากการทดสอบในข้อ 4.1 ที่คัดเลือกไว้ 2 ไอโซเลท โดยเตรียมเชื้อราปฏิปักษ์ที่ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์/มิลลิลิตร มาทำการทดสอบตามกรรมวิธีต่างๆ ในข้างต้น ติดตามทุก 3 5 7 11 และ 14 วัน โดยนับจำนวนต้นพริกที่แสดงอาการเหี่ยวเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

สูตรคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (Percent Disease Incidence) (Patra *et al*., 2017)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนต้นพืชที่แสดงอาการเหี่ยว}}{\text{จำนวนต้นพืชทั้งหมด}} \times 100$$

เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 – กันยายน 2564

ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิทยาไมโค กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การรวบรวมและจำแนกเชื้อราปฏิปักษ์

เก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกพริกในจังหวัดกาญจนบุรี นครปฐม และเพชรบุรี แยกเชื้อรา โดยวิธี soil dilution, soil plate, alcohol treatment และ heat treatment สามารถแยกได้เชื้อราปฏิปักษ์ (Figure 1) จำนวน 56 ไอโซเลท จำแนกชนิดได้ดังนี้ เชื้อรา *Emericella* (Figure 2) จำนวน 7 ไอโซเลท *Gelasinospora* (Figure 3) จำนวน 5 ไอโซเลท *Hamigera* (Figure 4) จำนวน 3 ไอโซเลท *Neosartorya* (Figure 5) จำนวน 3 ไอโซเลท *Talaromyces* จำนวน 4 ไอโซเลท และ *Trichoderma* (Figure 6) จำนวน 34 ไอโซเลท ทำการเก็บรักษาเชื้อราสายพันธุ์บริสุทธิ์โดยเก็บเชื้อที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และ 28-30 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาความสามารถในการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกและทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานโดยเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงของ Raper and Fennell (1965) และ Guarro *et al*. (2012)

Scientific Classification

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

Class: Eurotiomycetes

Order: Eurotiales

Family: Trichocomaceae

Genus: *Emericella*

เชื้อราในสกุลนี้เป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Aspergillus* โคโลนีสีเขียว สร้าง fruiting body เรียกว่า cleistothecium ภายในมีถุงหุ้มสปอร์ เรียกว่า ascus ภายใน ascus มีสปอร์เรียกว่า ascospore เชื้อราชนิดนี้สร้าง ascospore สีแดงอมม่วง รูปร่างเป็นแฉกคล้ายดาว ขนาด 3.6-3.9 x 3.5-3.9 ไมโครเมตร ลักษณะเด่นของเชื้อราในสกุลนี้ คือ สร้างโครงสร้างที่เรียกว่า Hülle cell มีลักษณะคล้ายเจลใส ไม่มีสี ในประเทศไทยมีรายงานพบรา *Emericella* จากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

เลขา และคณะ (2553) รายงานเชื้อรา *Eemericella* ที่แยกจากดิน และจำแนกได้ 3 ชนิด ได้แก่ *E. nidulans E. rugulosa* และ *E. variecolor* นอกจากนี้ มีรายงานแยกเชื้อรา *E. rugulosa* จากมูลหนูและมูลวัว (Jeamjitt *et al*., 2007) ในปี 2556 วันวิสาข์ และคณะ (2556) รายงานแยกเชื้อรา *E. nidulans E. rugulosa E. variecolor* และ *Emericella* sp. แยกได้จากดินและมูลสัตว์ และนำไปทดสอบศักยภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum capsici* และ *Phytophthora palmivola* ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อรา *Emericella* ทุกสายพันธุ์ที่นำไปทำการทดสอบมีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *P. palmivora* และ *C. capsici* ได้มากกว่า 60 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Kingdom: Fungi
Phylum: Ascomycota
Class: Sordariomycetes
Order: Sordariales
Family: Sordariaceae
Genus: *Gelasinospora*

เชื้อราสร้างโคโลนีหนาแน่นบนอาหาร PDA มีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้ม สร้าง fruiting body เรียกว่า perithecium มีลักษณะคล้ายลูกแพร์ สีน้ำตาลเข้มถึงน้ำตาลดำ ภายในมีถุงหุ้มสปอร์ เรียกว่า ascus ลักษณะทรงกระบอก ไม่มีสี ภายใน ascus มีสปอร์เรียกว่า ascospore เซลล์เดียว ลักษณะรี หรือเกือบกลม เมื่ออ่อนไม่มีสีและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่ออายุมากขึ้น ขนาด 40.5-46.3 x 29.5-33.0 ไมโครเมตรมีรู pore รอบๆ *Gelasinospora* พบทั่วไปในดิน เศษซากพืช และมูลสัตว์ (Domsh *et al*., 1993) มีรายงานพบ *G. brevispora* จากมูลวัว (Jeamjitt, 2007) *G. indica* บนมูลเก้ง *G. hipsiolophora*, *G. udagawae* จากดิน และ *Gelasinospora* sp. จากใบเพกา Indian trumpet tree (*Oroxylum indicum*) (Manoch *et al*., 2009)

Kingdom: Fungi
Phylum: Ascomycota
Class: Eurotiomycetes
Order: Eurotiales
Family: Trichocomaceae
Genus: *Hamigera*

เชื้อราในสกุลนี้เป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Penicillium* โคโลนีสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง บริเวณที่มี gymnothecium สีขาวกระจายทั่วโคโลนี สร้าง exudates สีชมพูอ่อน ใต้โคโลนีสีชมพูเข้มถึงม่วง มี gymnothecium สีขาว ขนาด 120.5 x 180.5 ไมโครเมตร ascus เกิดแบบเดี่ยว ลักษณะรูปไข่ ไม่มีสี ascospore ลักษณะรูปไข่ ขนาด 6.5-7 x 4.0-5.5 ไมโครเมตร มีรายงานพบราชนิดนี้ได้ทั้งในดินและมูลสัตว์ เช่น มูลกวาง วัว ช้าง และแพะ (Manoch *et al*., 1999; Jeamjitt, 2007)

Kingdom: Fungi
Phylum: Ascomycota
Class: Eurotiomycetes
Order: Eurotiales
Family: Trichocomaceae
Genus: *Neosartorya*

เชื้อราในสกุลนี้เป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Aspergillus* โคโลนีสีขาวถึงสีขาวครีม cleistothecium สีขาวถึงสีขาวครีม ascospore ขนาด 5-4 ไมโครเมตร มี equatorial crest ขนาด 1.0 ไมโครเมตร เชื้อราชนิดนี้พบได้ทั่วไปในดิน ทั้งดินป่า ดินเพาะปลูก และมูลสัตว์ (Domsch *et al*., 1993; Jeamjitt, 2007)

Kingdom: Fungi
Phylum: Ascomycota
Class: Eurotiomycetes
Order: Eurotiales
Family: Trichocomaceae
Genus: *Talaromyces*

เชื้อราในสกุลนี้เป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Penicillium* โคโลนีสีเหลือง สร้าง gymnothecium สีเหลืองหรือเหลืองอมชมพู ascospore มีลักษณะรี (ellipsoidal) มีขนาด 4.5-5.5 ไมโครเมตร ผนังมีหนาม (spinose) เชื้อรา *Talaromyces* พบได้ทั่วไปในดิน ทั้งดินป่า ดินเพาะปลูก (Domsch *et al*., 1983) มีรายงานราชนิดนี้บนมูลเก้ง ควาย อูฐ วัว กวาง ช้าง แพะ ม้า หนู คางคก และกระทิง นอกจากนี้มีรายงานพบบนใบกุหลาบเชียงดาว (*Rhododendron ludwigianum*) จากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย (Jeamjitt, 2007; Kokaew, 2011)

Kingdom: Fungi
Phylum: Ascomycota
Class: Sordariomycetes
Order: Hypocreales
Family: Hypocreaceae
Genus: *Trichoderma*

เชื้อราไตรโคเดอร์มาสร้างโคโลนีสีเขียว บางสายพันธุ์สร้างสีเขียวอมเหลือง เจริญเติบโตรวดเร็ว สร้างสปอร์จำนวนมาก สร้าง phialide บนก้านชู เชื้อราไตรโคเดอร์มาพบได้ทั่วไปในดิน ทั้งดินป่า ดินเพาะปลูก โดยอาศัยอาหารจากซากพืชในดิน และไม่เป็นอันตรายต่อพืช คน และสัตว์ เชื้อรไตรโคเดอร์มานอกจากมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ยังมีกลไกในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช

เช่น การเจริญแข่งขัน แย่งอาหาร ที่อยู่อาศัยของเชื้อราสาเหตุโรคพืช เป็นปรสิต สร้างเอนไซม์ เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำเชื้อราไตรโคเดอร์มามาใช้ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครากเน่า โคนเน่าทุเรียน *Pythium aphanidermatum* สาเหตุโรคเน่าคอดิน (damping-off) ในพืชผัก เป็นต้น

2. การเก็บตัวอย่างโรคเหี่ยวของพริกและแยกเชื้อรา *F. oxysporum*

แยกเชื้อราจากรากต้นพริกที่แสดงอาการเหี่ยวและจากดินปลูกพริก ได้เชื้อรา *F. oxysporum* จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ M0581 และ M0672 (Figure 7A และ B) จากนั้นทำการพิสูจน์การเกิดโรคด้วยวิธี Koch's postulates โดยทำการปลูกเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลทลงบนต้นกล้าพริก พบว่าต้นกล้าพริกแสดงอาการเหี่ยวและใบร่วง จากนั้นทำการแยกเชื้อราสาเหตุจากต้นพริกอีกครั้ง พบว่าแยกได้เชื้อราชนิดเดียวกับที่ทำการปลูกเชื้อ

3. การทดสอบศักยภาพของราปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำเชื้อราปฏิปักษ์ที่แยกได้จากดินมาทำการทดสอบศักยภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* โดยวิธี dual culture พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้งจำนวน 34 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* ทั้ง 2 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 1-27 ไอโซเลท 29 และไอโซเลท 34 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* ทั้ง 2 ไอโซเลท มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 28 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* ทั้ง 2 ไอโซเลท มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 30 31 32 และ 33 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* (M0581) 50.32 68.10 58.49 และ 68.10 ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* (M0672) 48.16 48.17 50.09 และ 48.17 ตามลำดับ (Table 1 และ Figure 8) จากนั้นทำการคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* สูงสุด จำนวน 10 ไอโซเลทมาทำการทดสอบศักยภาพในการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อราที่แยกได้จากดินต่อเชื้อรา *F. oxysporum* ในโรงเรือน

4. การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกในโรงเรือน

4.1 คัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริก นำเชื้อราไตรโคเดอร์มาทั้ง 10 ไอโซเลทที่คัดเลือกจากข้อ 3 มาทดสอบความสามารถของเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคเหี่ยวพริกในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง โดยปลูกเชื้อรา *F. oxysporum* ด้วยวิธีการคลุกเชื้อราลงไปในดินที่ปลูกต้นพริก เป็นเวลา 1 วัน จากนั้นราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ที่เตรียมไว้ ดังนี้ ไตรโคเดอร์มา ไอโซเลท 21 ไอโซเลท 13 ไอโซเลท 9 ไอโซเลท 6 ไอโซเลท 2 ไอโซเลท 3 ไอโซเลท 24 ไอโซเลท 23 ไอโซเลท

8 และไอโซเลท 12 พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อรา *F. oxysporum* เพียงอย่างเดียว (Table 2 และ Figure 9) และทำการคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 21 และ 24 เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยกว่าไอโซเลทอื่นๆ โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 25.00 และ 32.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาทุกไอโซเลทที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีศักยภาพในการเป็นเชื้อราปฏิปักษ์เช่นเดียวกับการทดลองของ Sastiya *et al*. (2016) รายงานการนำเชื้อรา *Trichoderma viride* ที่แยกได้จากดินบริเวณ rhizosphere และ rhizoplane มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก พบว่า เชื้อรา *T. viride* มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* สาเหตุโรคเหี่ยวในพริกได้ นอกจากนี้ Sallam *et al*. (2019) รายงานการทดสอบเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 7 ไอโซเลท (T1-T7) ควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศสาเหตุเกิดจาก *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* ในประเทศอียิปส์พบว่ากรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา *Trichoderma* spp. T3 และ T7 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ลดลง 24.8 และ 34.6 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับไอโซเลทอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่านอกจากการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนและโรคเน่าคอดินในพืชผักแล้วนั้น ได้มีการทดลองนำเชื้อราไตรโคเดอร์มามาทำการทดสอบเพื่อใช้ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิด

4.2 ทดสอบวิธีการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริก นำเชื้อราปฏิปักษ์ในกรรมวิธีที่เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยจากข้อ 4.1 จำนวน 2 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท 21 และ 24 มาทำการทดสอบวิธีการนำเชื้อราปฏิปักษ์ไปใช้ในการควบคุมโรคเหี่ยวพริก พบว่า ต้นพริกในทุกกรรมวิธีที่ใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ใส่เพียงเชื้อรา *F. oxysporum* จากการทดลองนำเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 2 ไอโซเลทมาทำการทดสอบพบว่าให้ผลที่สอดคล้องกันคือกรรมวิธีที่ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ดีที่สุด (Table 3 และ Figure 10)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

แยกเชื้อราปฏิปักษ์จากดินได้จำนวน 56 ไอโซเลท ทำการทดสอบการเป็นปฏิปักษ์ด้วยวิธี dual culture พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* จำนวน 29 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ มีเพียงไอโซเลท 28 30 31 32 และ 33 เท่านั้น ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ นำเชื้อรา *Trichoderma* จำนวน 10 ไอโซเลท ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* สูงสุดไปทดสอบศักยภาพการควบคุโรคเหี่ยวพริกที่เกิดจากเชื้อรา *F. oxysporium* ในโรงเรือนทดลอง พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 21 และ 24 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่น้อยที่สุด 25.00 และ 32.50 ตามลำดับ และนำเชื้อราไตรโคเดอร์มาทั้ง 2 ไอโซเลทไปทำ

การทดลองวิธีการใช้เชื้อราปฏิปักษ์พบว่าการราดดินด้วยเชื้อรา *Trichoderma* ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้มากกว่าวิธีการอื่นๆ จากผลการทดลองสังเกตได้ว่าความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืชของเชื้อราปฏิปักษ์แต่ละชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน เนื่องจากเชื้อราแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการเป็นปฏิปักษ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคและการเกิดโรคที่ลดลงจึงมีความแตกต่างกัน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เป็นข้อมูลทางเลือกสำหรับเกษตรกรในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริกที่มีสาเหตุจากรา *F. oxysporum* ซึ่งเป็นการลดการใช้สารเคมีการป้องกันกำจัดโรค

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณพจนา ตระกูลสุขรัตน์ สำหรับคำปรึกษาด้านสถิติ คุณพชร ธิตานนท์ คุณอรนินทร์ ลืนคำ คุณปิยลักษณ์ อยู่สบาย คุณวรรณวลัย เชื้อสะอาด และคุณดารณี เจริญผล สำหรับความช่วยเหลือด้านการดำเนินการทดลองและการเก็บข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง. 2532. *การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี*. คณะเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 326 หน้า.

เลขา มาโนช อรอุมา เพียซ้าย ธิดา เดชฮวบ จิตรา เกาะแก้ว อำนาจ เอี่ยมวิจารณ์ มะโนรัตน์ สุดสงวน วิรัตน์ ลิ้มธนาวานิชย์ เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และ สุวรรณา กลิ่นภู่. 2553. ความหลากหลายของรา *Emericella, Eurotium* และ *Neosartorya* จากดิน. หน้า 635-642. *ใน* : *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 (สาขาพืช)*. 3 - 6 กุมภาพันธ์ 2553. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภิรัชต์ สมฤทธิ์. 2557. โรคเหี่ยวฟิวซาเรียม (Fusarium wilt). หน้า 34-35. *ใน* : *คู่มือศัตรูพริก*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด สาขา 4, กรุงเทพฯ.

วันวิสาข์ คำสอน อรอุมา เพียซ้าย เลขา มาโนช และ จิระเดช แจ่มสว่าง. 2556. ความหลากหลายของรา*Emericella* spp. และประสิทธิภาพในการควบคุมรา *Phytophthora palmivora* และ *Colletotrichum capsici* ในห้องปฏิบัติการ. หน้า 266-273. *ใน* : *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51*, (สาขาพืช). วันที่ 5-7 กุมภาพันธ์ 2556. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

Barron, G.L. 1968. *The genera of Hyphomycetes from soil*. The William & Wilkins Company. 364 p.

Guarro, J., J. Gené, A.M. Stchigel and M.J. Figueras. 2012. *Atlas of Soil Ascomycetes. CBS Biodiversity Series 10*. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Natherlands. 486 p.

Jeamjitt, O. L. Manoch, N. Visarathanonth, C. Chamswarng, R. Watling, G.P. Sharples and A. Kijjoa. 2007. Coprophilous ascomycetes in Thailand. *Mycotaxon* 100: 115-136.

Joshi, M., R. Srivastava, A.K. Sharma and A. Prakash. 2012. Screening of resistant varieties and antagonistic *Fusarium oxysporum* for biocontrol of Fusarium wilt of chilli. *Plant Pathology and Microbiology* 3(5): 1-6.

Kokaew, J. 2011. *Diversity and Bioactivity of Endophytic Fungi from Thai Forests*. Ph.D. Thesis, Kasetsart University. 404 p.

Larkin, R.P. and D.R. Fravel. 2002. Effects of varying environmental conditions on biological control of fusarium wilt of tomato by nonpathogenic *Fusarium* spp. *Phytopathology* 92(11): 1160-1166.

Manoch, L., C, Chana and P. Athipunyakom. 1999. Diversity of coprophilous fungi from Thailand. Page. 675-688. *In : Proceeding of International Conference on Asia Network on microbial Research*. Chiang Mai, Thailand. Nov. 29-Dec. 1, 1999.

_____, O. Piasai, T. Dethoup, J. Kokaew, A. Eamvijarn, S. Piriyaprin, Y. Paopun, P. Poochinya and P. Umrung. 2009. Morphological studies of slime molds, Sordariaceous Fungi, and an Endophytic synnemata fungus. *Journal of Microscopy Society of Thailand* 23(1): 25-29.

Naik, M.K., H. M. Madhukar and G. S. Devika Rani. 2009. Evaluation of biocontrol efficacy of *Trichoderma* isolates and methods of its application against wilt of chilli (*Capcicum annuum* L.) caused by *Fusarium solani* (Mart) Sacc. *Journal of Biological Control* 23(1): 31-36.

Patra, S., Biswas, M. K. and Mahato, A. 2017. Prevalence of Fusarium wilt of chickpea in the agro-ecological condition of undulating red and lateritic zone of West Bengal, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6: 2456-2462.

Raper, K.B. and D.I. Fennel. 1965. *The genus aspergillus*. The Waverly Press, Inc., USA. 686 p.

Sallam, N. M. A., A. M. I. Eraky and A. Sallam. 2019. Effect of *Trichoderma* spp. On Fusarium wilt disease of tomato. *Molecular Biology Reports* 46(4): 4463-4470.

Saengnak, V., C. Chaisiri and S. Nalumpang. 2013. Antagonistic Streptomyces species can protect chili plant against wilt disease caused by *Fusarium*. *Journal of Agriculture Technology* 9(7): 1895-1908.

Sastiya, R., R. K. Ahirwar, S. Chouhan, N. K. Jain and S. M. A. Naqvi. 2016. Biological control of chilli fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum*. International Journal of Innovative Science, *Engineering and Technology* 3(4): 581-585.

Skidmore, A.M., and C.H. Dickinson. 1976. Colony interactions and hyphal interference between *Septoria nodorum* and Phylloplane fungi. *Transactions of the British Mycological Society* 66: 57-64.

Suslow, T.U. 1982. Role of root-colonizing bacteria in plant growth. *Phytopathogenic Prokaryotes* 1: 187-223.

Warcup, J.H. 1951. Soil-steaming: a selective method for the isolation of Ascomycetes from soil. *Transactions of the British Mycological Society* 34: 515-518.

Warcup, J.H. and K.F. Baker. 1963. Occurrence of dormant ascospores in soil. *Nature* 197: 1317-1318.

Table 1 Efficacy of Trichoderma spp. to inhibit mycelial growth of F. oxysporum in dual culture tests.

Trichoderma spp.	% inhibition of *Fusarium oxysporum in vitro*	
	M0581	M0672
Isolate 1	73.28	73.28
Isolate 2	78.45	75.29
Isolate 3	77.30	79.41
Isolate 4	76.72	71.18
Isolate 5	72.41	71.47
Isolate 6	78.16	78.24
Isolate 7	74.14	75.00
Isolate 8	77.30	78.82
Isolate 9	78.74	75.00
Isolate 10	76.72	75.59

Table 1 Efficacy of Trichoderma spp. to inhibit mycelial growth of F. oxysporum in dual culture tests.(Continue)

Trichoderma spp.	% inhibition of *Fusarium oxysporum in vitro*	
	M0581	M0672
Isolate 11	75.57	77.65
Isolate 12	77.59	78.57
Isolate 13	79.89	77.06
Isolate 14	76.15	76.76
Isolate 15	70.93	75.43
Isolate 16	66.86	65.43
Isolate 17	73.84	76.86
Isolate 18	76.74	76.00
Isolate 19	72.09	76.86
Isolate 20	71.80	71.14
Isolate 21	82.00	79.36
Isolate 22	77.33	78.29
Isolate 23	78.49	75.71
Isolate 24	78.49	79.57
Isolate 25	72.97	77.71
Isolate 26	76.16	75.43
Isolate 27	76.45	76.00
Isolate 28	62.50	76.00
Isolate 29	73.84	71.43
Isolate 30	50.32	48.16
Isolate 31	68.10	48.17
Isolate 32	58.49	50.09
Isolate 33	66.54	55.00
Isolate 34	70.50	73.29

Table 2 Percentage of disease incidence after inoculation with *Fusarium oxysporum* and antagonist fungi.

Treatment	Disease incidence (%)[1/]
T1 Isolate 21	25.00 b
T2 Isolate 13	50.00 c
T3 Isolate 9	40.00 bc
T4 Isolate 6	35.00 bc
T5 Isolate 2	45.00 c
T6 Isolate 3	42.50 bc
T7 Isolate 24	32.50 bc
T8 Isolate 23	50.00 c
T9 Isolate 8	45.00 c
T10 Isolate 12	67.50 d
T11 *F. oxysporum*	70.00 d
T12 Control	0.00 a
C.V. (%)	26.02

1/ Means followed by the same letter within a column are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's Multiple Range Test

Table 3 Percentage of disease incidence after the antagonistic fungal application method test.

Treatment	Disease incidence (%)[1/]
T1 Pouring *Trichoderma* no.21 + chilli planting	7.50 ab
T2 Pouring *Trichoderma* no.21 after 3 days	25.00 bc
T3 Mixing *Trichoderma* no.21 inoculum before chilli planting	30.00 c
T4 Topping *Trichoderma* no.21 inoculum after 3 days	47.50 d
T5 Pouring *Trichoderma* no.24 + chilli planting	10.00 ab
T6 Pouring *Trichoderma* no.24 after 3 days	25.00 bc
T7 Mixing *Trichoderma* no.24 inoculum before chilli planting	30.00 c
T8 Topping *Trichoderma* no.24 inuculum after 3 days	57.50 d
T9 *F. oxysporum*	62.50 d
T10 Control	0.00 a
C.V. (%)	37.87

1/ Means followed by the same letter within a column are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's Multiple Range Test

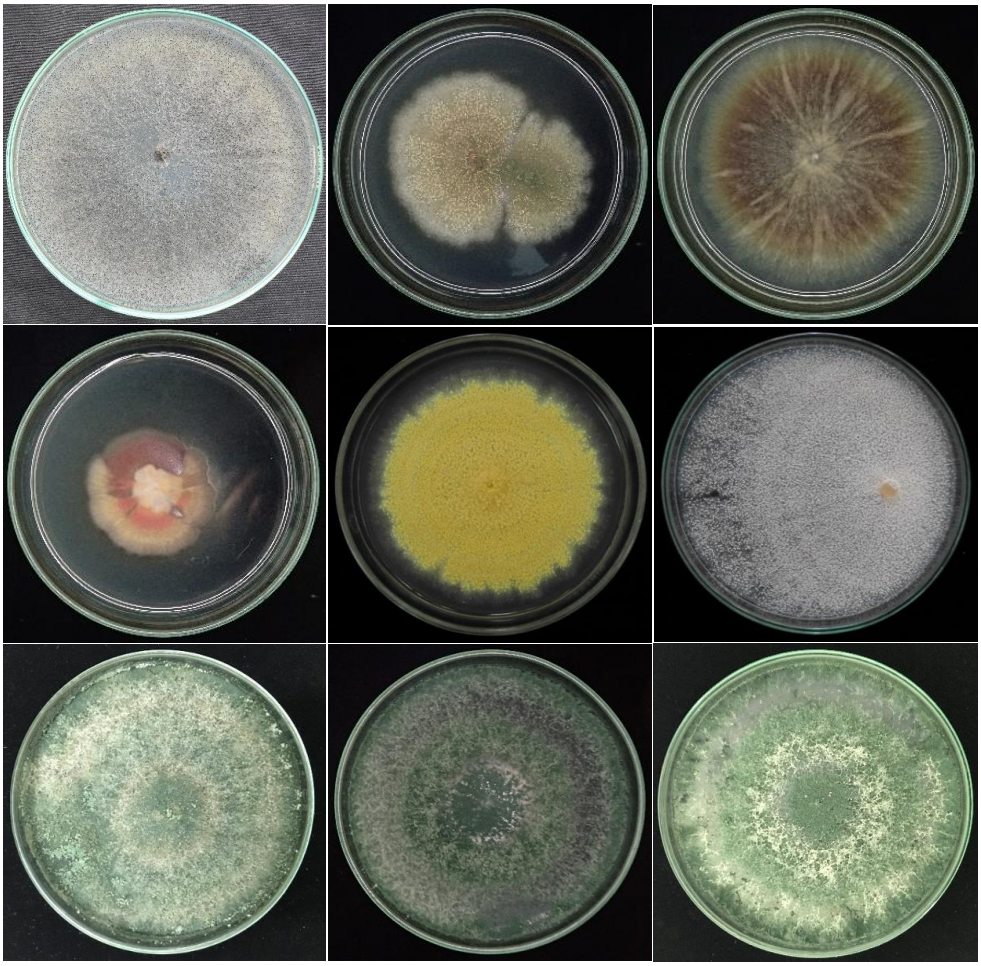


Figure 1 Antagonistic fungi isolated from soil samples

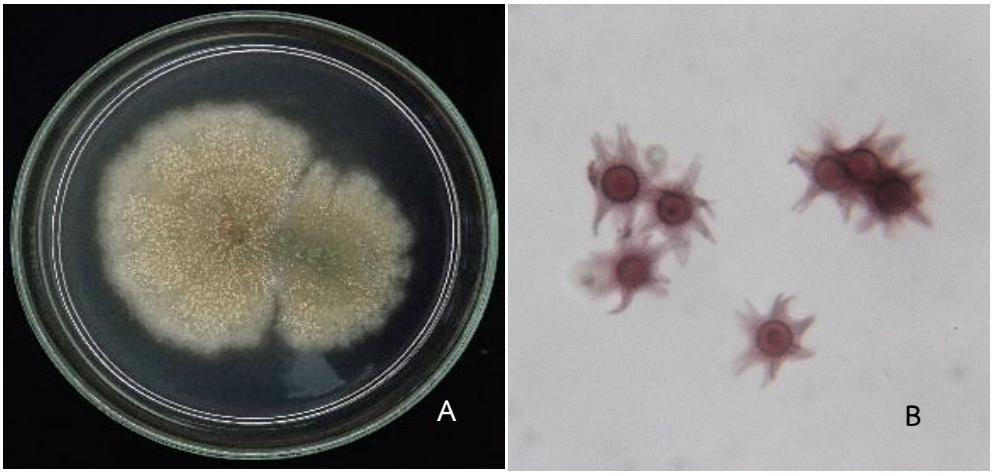


Figure 2 *Emericella* sp.: A. Colony on PDA, B. Ascospore

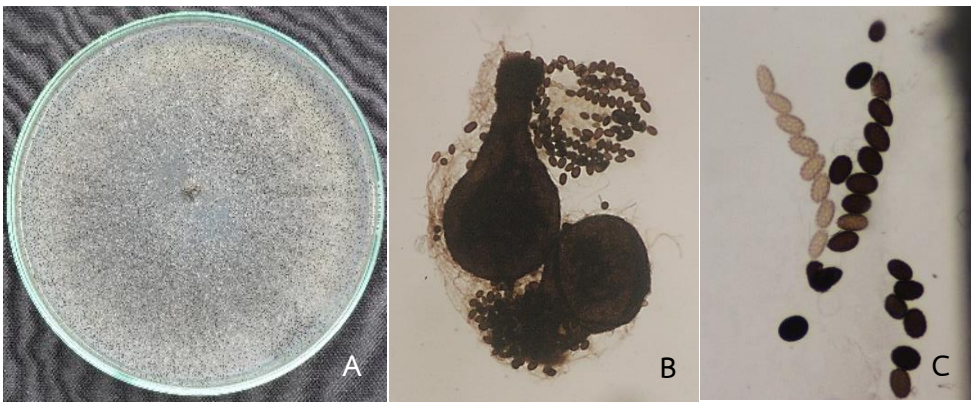


Figure 3 *Gelasinospora* sp.: A. Colony on PDA, B. Perithecium, C. Ascospore

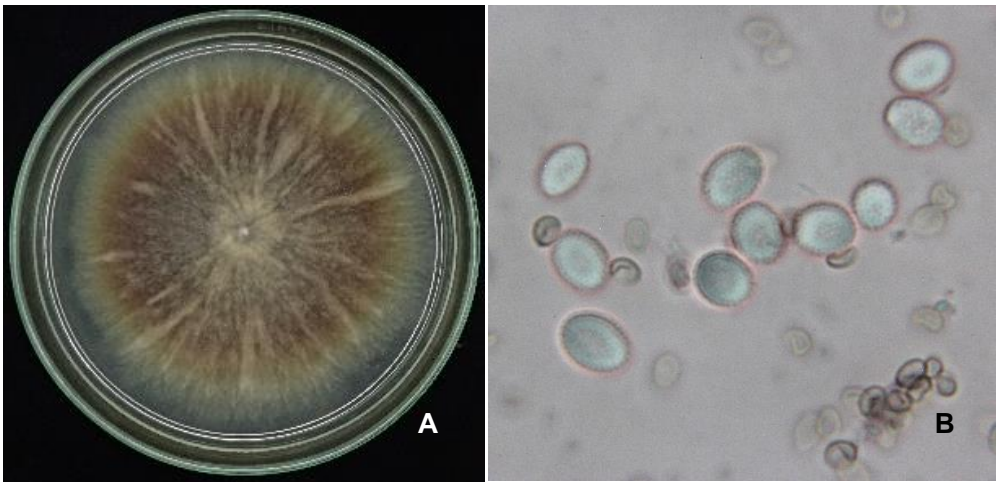


Figure 4 *Hamigera* sp.: A. Colony on PDA, B. Ascospore

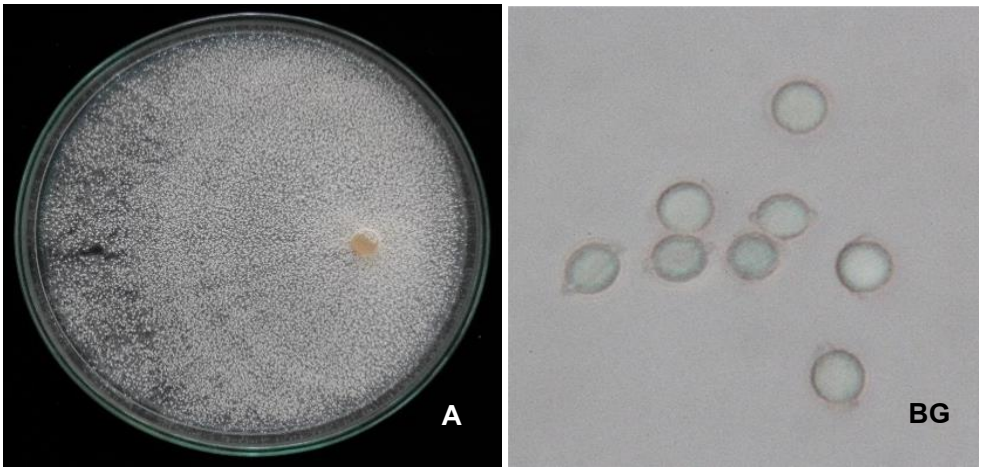


Figure 5 *Neosartorya* sp.: A. Colony on PDA, B. Ascospore

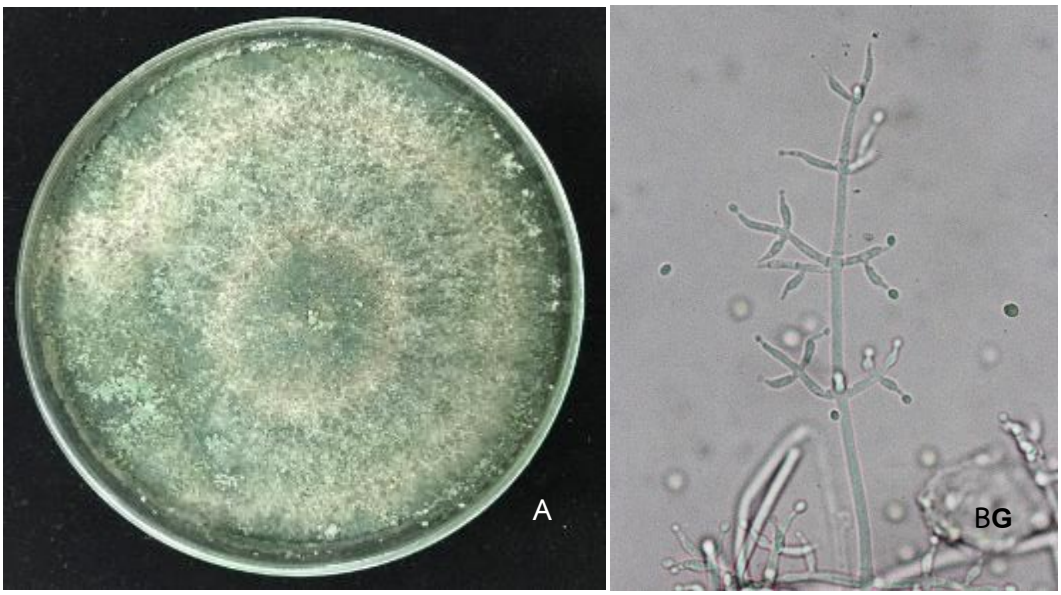


Figure 6 *Trichoderma* sp.: A. Colony on PDA,
B. Conidiophore and phialide

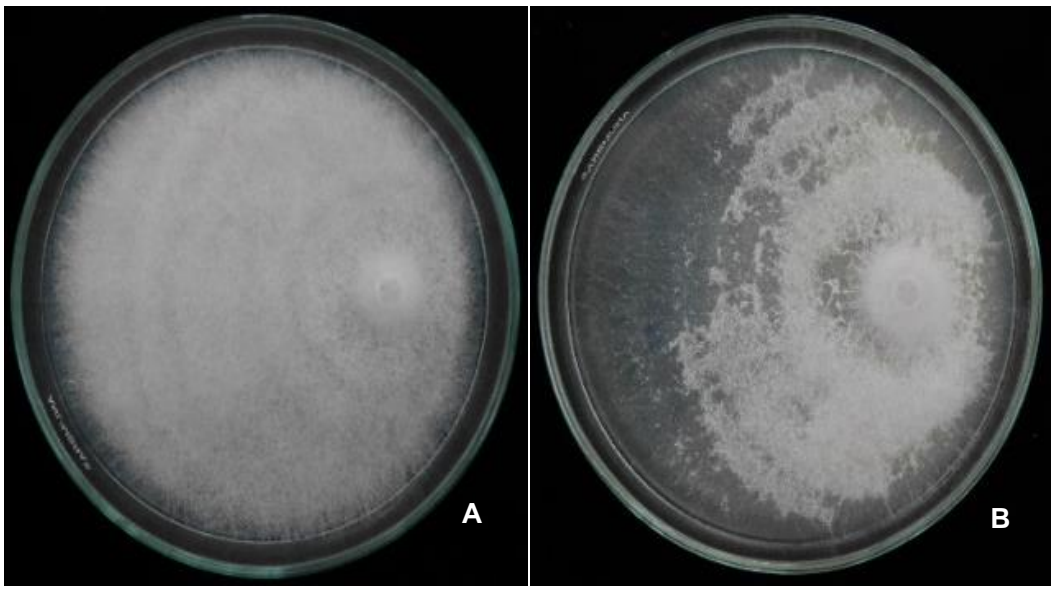


Figure 7 *Fusarium oxysporum*: A. Colony on PDA (M0581),
B. Colony on PDA (M0762)

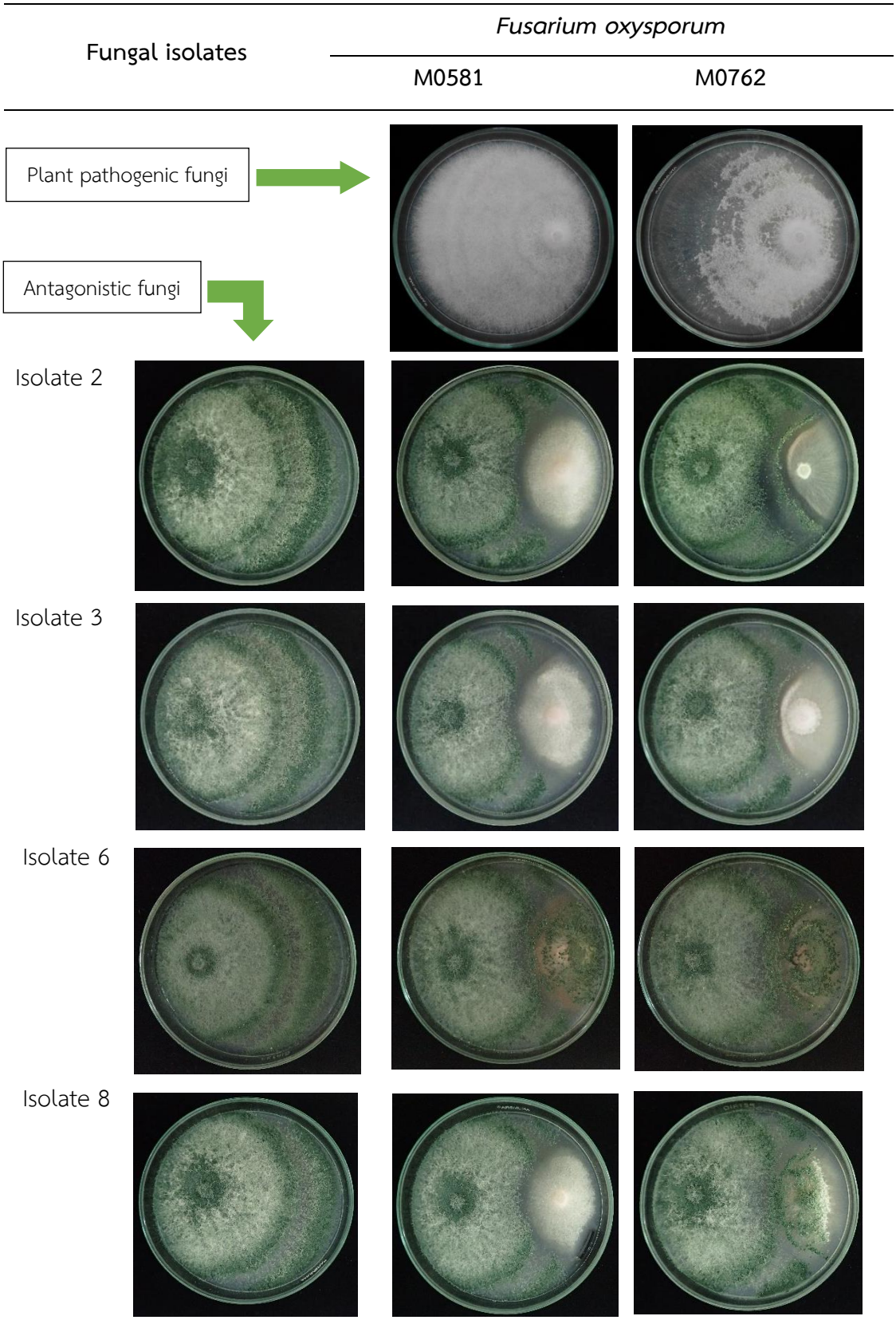


Figure 8 Antagonistic activity test of eleven isolates of Trichoderma spp. (left) against *F. oxysporium* (right)

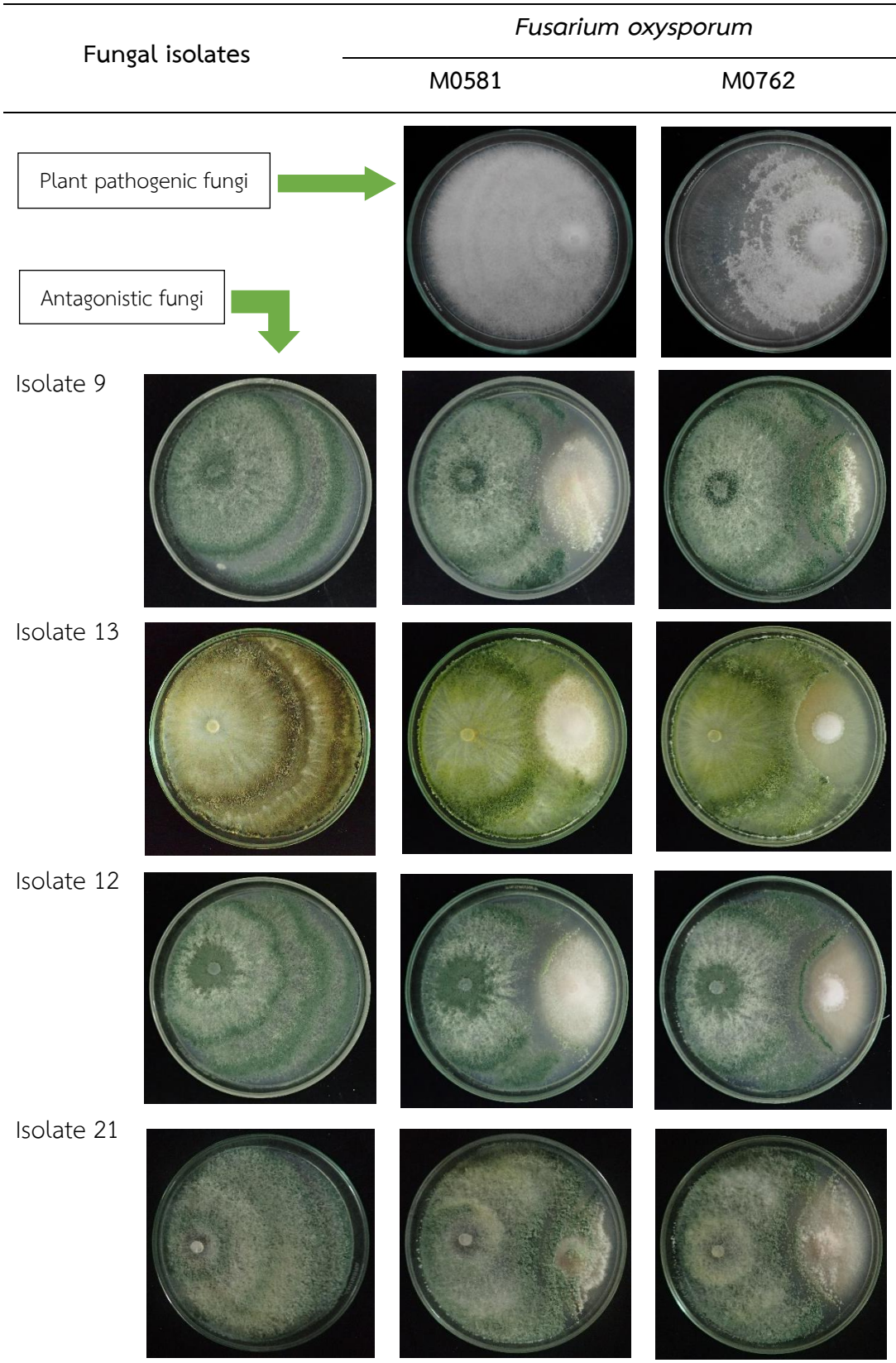


Figure 8 Antagonistic activity test of eleven isolates of Trichoderma spp. (left) against *F. oxysporium* (right) (continue)

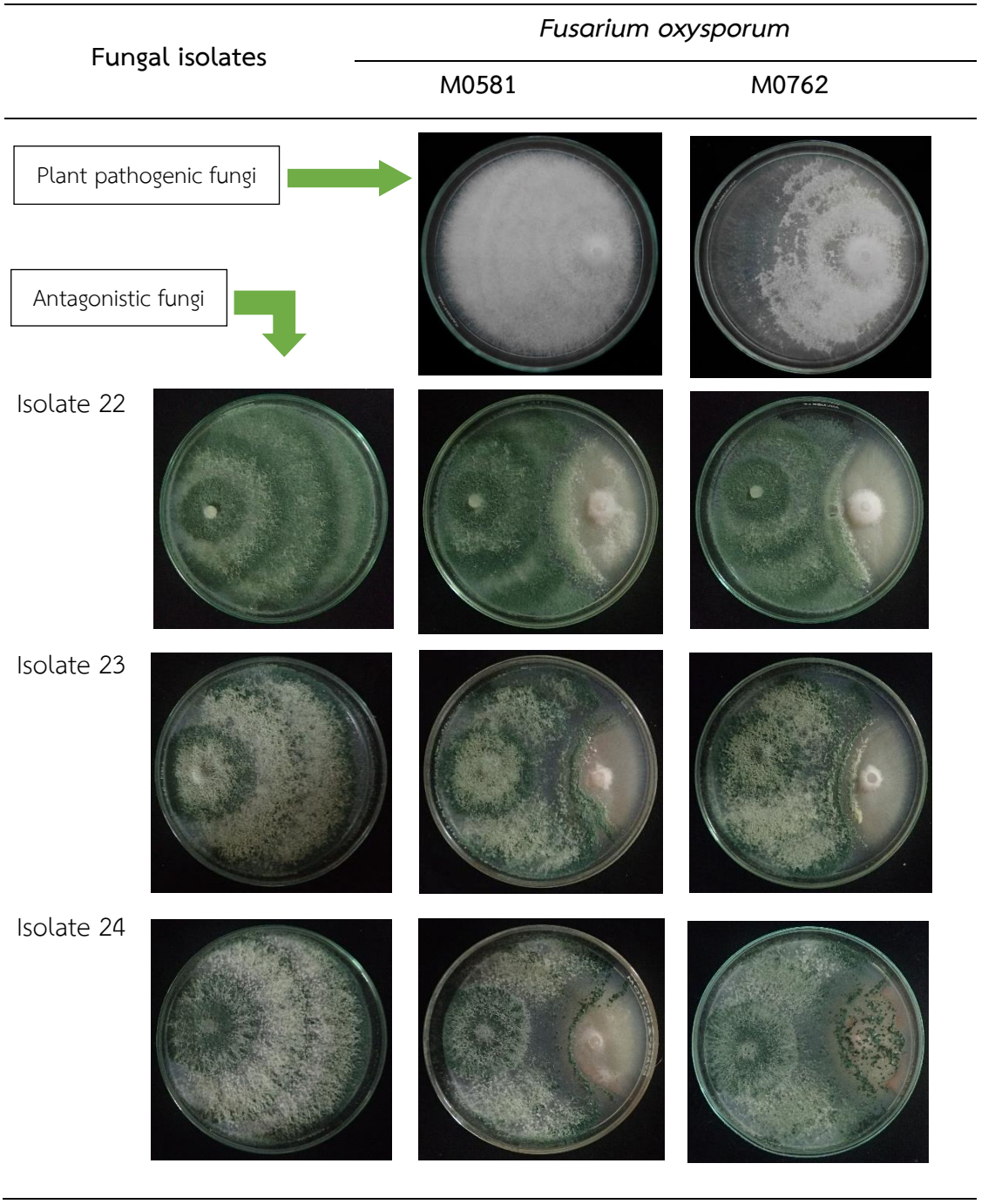


Figure 8 Antagonistic activity test of eleven isolates of Trichoderma spp. (left) against *F. oxysporium* (right) (continue)

Figure 9 Selection of antagonistic fungi for the prevention of wilt disease in chilli

Figure 10 An experiment of method for the use of antagonistic fungi for the prevention and elimination of wilt disease in chilli

การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้ง(Powdery mildew) พืชตระกูลแตง

Screening and Efficacy testing of Antagonistic Microorganisms for Controlling Powdery mildew Disease of Cucurbits

ทัศนาพร ทัศคร[1/] วัชรี วิทยวรรณกุล[2/] บังอร นวลศรี[1/]

[1/]กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

[2/]ด่านตรวจพืชมุกดาหาร สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร

บทคัดย่อ

คัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งพืชตระกูลแตง โดยทำการสำรวจและคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ในปี 2562 ได้จำนวนทั้งหมด 30 ตัวอย่าง และนำตัวอย่างใบแตงที่เก็บมาได้จากแต่ละพื้นที่ มาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ด้วยวิธี tissue transplanting และ Leaf wash technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และ NGA ในห้องปฏิบัติการ สามารถคัดแยกได้เชื้อราและแบคทีเรีย ทั้งหมด 213 ไอโซเลท ในปี 2563 ได้ทำการคัดเลือก และทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมการเกิดโรคราแป้งแตงเมล่อน 2 พันธุ์ พบว่าในพันธุ์ โกลเด้น สวีท นั้นสามารถคัดเลือกไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคราแป้งได้ คือ ไอโซเลท DPD3 และ DPD5 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธี DPD25, DPD24 และ DPD9 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.6, 3.0 และ 4.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองในพันธุ์ มรกต สามารถคัดเลือกไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคราแป้ง คือ ไอโซเลท DPD14 และ DPD23 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กรรมวิธี DPD22, DPD15 และ DPD11 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.3, 2.4 และ 8.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น ในปี 2563 นี้ สามารถคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในสภาพโรงเรือนทดลอง ได้ จำนวน 10 ไอโซเลท ได้แก่ DPD3, DPD5, DPD25, DPD24, DPD9, DPD14, DPD23, DPD22, DPD15 และ DPD11 เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป ซึ่งในปี 2564 ได้นำ เชื้อทั้งหมดมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราแป้งในแตงเมล่อนในสภาพโรงเรือนทดลอง ทั้งหมด 4 ครั้ง ผลการทดลอง ที่ 5 วัน หลังพ่นเชื้อครั้งสุดท้าย

รหัสการทดลอง 03-05-59-01-02-00-10-62

พบว่าไอโซเลทที่สามารถควบคุมโรคราแป้งได้ดีที่สุด มี 4 ไอโซเลท คือ DPD 3, DPD 5, DPD 22, และ DPD 24 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 24.19 , 33.49, 34.19 และ 34.41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 78.19 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก : การป้องกันกำจัดโรคโดยชีววิธี (Biological Control) , พืชตระกูลแตง (cucurbitaceae), โรคราแป้ง (Powdery mildew), เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (antoagonistic microorganisms)

คำนำ

โรคราแป้ง (Powdery Mildew) พบมีรายงานการระบาดและเข้าทำลายตั้งแต่ปี ค.ศ. 1800 ทั้งในสภาพแปลงและในโรงเรือนและพบได้ทั่วโลก โรคราแป้งมีความสำคัญกับการปลูกพืชตระกูลแตง เนื่องจากเชื้อรามีผลกระทบต่อผลผลิต ซึ่งถ้าพบเชื้อเข้าทำลาย น้ำหนักและขนาดของผลผลิตจะลดลง รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะสั้นลงด้วย ลักษณะอาการที่พบ คือ พบเชื้อราคล้ายผงแป้งสีขาว เจริญได้ทั้งหน้าใบและหลังใบ ลำต้น และจะพบในใบที่เริ่มแก่ และใบล่างที่หลบแดด ใบที่ถูกเชื้อทำลายจะเหลืองและทำให้การสังเคราะห์แสงพืชไม่ดี และมีผลต่อการเจริญ และติดผลของแตงได้ และสุดท้ายพืชก็จะตาย ในรายงานต่างประเทศ พบว่าเชื้อสาเหตุโรคราแป้งมี 2 ชนิด คือ *Erysiphe cichoracearum* (Schlechtend.:Fr.) Pollacci และ *Sphaerotheca fuliginea* DC. นอกจากพืชตระกูลแตงแล้ว พบว่าเชื้อสองชนิดนี้ยังเข้าทำลายพืชผักอื่นๆ ได้อีกหลายชนิด สำหรับที่พบบนแตงนั้นเป็น race หนึ่งเฉพาะที่พบในแตง ซึ่งความแตกต่างระหว่าง *E. cichoracearum* และ *S. fuliginea* คือ *E. cichoracearum* มีสีของสปอร์และเส้นใยที่ค่อนข้างขาว cleistothecium ที่เกิดจากการผสมทางเพศ ภายในจะมีถุงบรรจุสปอร์ (ascus) หลายอัน ส่วน *S. fuliginea* เส้นใยและสปอร์มีสีออกน้ำตาลอ่อนๆ และภายใน cleistothecium ที่เกิดจากการผสมทางเพศจะมีถุงบรรจุสปอร์เพียง 1 อัน ซึ่งในการระบาดของโรคพบว่า โคนีเดียจะหลุดจากก้านปลิวตามลมไปได้เป็นระยะทางไกล เพราะมีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบา นอกจากนั้นก็อาจถูกนำพาไปโดยแมลง เครื่องมือทางการเกษตร เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มและตัวเกษตรกรเองทำให้ระบาดแพร่กระจายออกไปได้กว้างขวางขึ้น การอยู่ข้ามฤดูของเชื้อส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่กับวัชพืช หรือพืชถาวรบางชนิดในตระกูลแตงด้วยกัน เนื่องจากเป็น obligate parasite จึงไม่สามารถอาศัยกินอยู่กับเศษซากพืชที่ตายแล้วได้ (Jahn และคณะ, 2002)

ในประเทศไทย ที่พบเข้าทำลายพืชตระกูลแตง มีการรายงานว่า เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Oidium* sp. โรคราแป้งสามารถระบาดทำความเสียหายมากที่สุดโรคหนึ่ง พบได้ในทุกท้องถิ่นที่มีการปลูกแตง และเกือบทุกสภาพอากาศ เชื้อราจะเข้าทำลายและเจริญเติบโตได้บนทุกส่วนของต้นแตงที่อยู่เหนือดินโดยจะเกิดอาการเป็นผงหรือฝุ่นแป้งสีขาวขึ้นปกคลุมอยู่ทั่วไปตรงจุดที่เกิดโรค ในระยะแรกเนื้อเยื่อตรงที่เกิดอาการขึ้นนี้จะไม่แสดงอาการผิดปกติใดๆ จนกระทั่งเป็นมากเชื้อราขึ้นคลุมไปหมด สีของต้นเถาหรือใบจะค่อยๆ ซีดเหลืองแล้วแห้งในเวลาต่อมา โดยเฉพาะถ้าเป็นส่วนที่ยังอ่อนอยู่อาจจะตายได้ สำหรับลูกหรือผลแตงอาการโรคจะเกิดขึ้นน้อยกว่าบนต้นและใบนอกจากพวกที่ติดโรค

ง่าย เช่น แตงโม แคนตาลูป และแตงร้าน ในรายที่เกิดโรครุนแรง และสิ่งแวดล้อมเหมาะสม ก็จะเกิดโรคขึ้นที่ลูกได้เช่นกัน และอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายได้ ถ้าเป็นในระยะที่ลูกยังเล็ก หรืออ่อนอยู่ โดยจะทำให้เกิดอาการแกร็น บิดเบี้ยว เสียรูปทรงผิวขรุขระ เป็นตุ่มหรือแผลขึ้นที่เปลือก ส่วนในลูกที่เจริญเติบโตเต็มที่ ทำให้ผลผลิตเสียหายและน้ำหนักลดลง โดยที่ความรุนแรงของโรคราแป้งและระยะเวลาที่พืชเป็นโรค มีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับการสูญเสียผลผลิต (Mossler และ Nesheim, 2005) เนื่องจากเชื้อสาเหตุโรค เป็น obligate parasites วงจรชีวิตของเชื้อราจะเริ่มจากโคนิเดีย ของเชื้อราที่กระจายอาศัยอยู่ในแตงที่ปลูกโรงเรือนหรือพืชอาศัยอื่น จะมีอายุประมาณ 7-8 วัน ซึ่งเชื้อสาเหตุโรคมีพืชอาศัยที่กว้างมากทั้งในตระกูลแตงและพืชตระกูลอื่น ซึ่งความรุนแรงของโรคก็จะขึ้นอยู่กับความเฉพาะเจาะจงของเชื้อกับพืชด้วย การพัฒนาอาการของโรคราแป้งภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ระยะเวลาตั้งแต่เชื้อเข้าทำลายพืชจนเชื้อแสดงอาการให้เห็น ใช้เวลา 3-7 วัน และจำนวนสปอร์ที่มากมายจะถูกสร้างในช่วงเวลานี้ ในสภาพความเข้มแสงน้อย และสภาพอากาศความชื้นสูง เชื้อราจะสามารถเข้าทำลายพืชได้ดี ส่วนในสภาพอากาศแห้งจะเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญ การสร้างสปอร์ของเชื้อรา และการแพร่ระบาดของโรค อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพัฒนาของโรคคือ 20-27 องศาเซลเซียส แต่เชื้อสามารถเข้าทำลายพืชได้ตั้งแต่ 10-32 องศาเซลเซียส (Thomas และคณะ, 1996)

ในการจัดการโรคราแป้งพืชตระกูลแตงให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีการประเมินและเฝ้าระวังการเกิดโรคซึ่งแต่ละเชื้อสาเหตุก็ใช้วิธีการจัดการโรคที่คล้ายคลึงกัน ในต่างประเทศได้รายงานว่าการจัดการโรคแบบผสมผสานหรือการใช้หลายวิธีร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้แก่ วิธีการเขตกรรม เช่น การใช้พันธุ์ต้านทานโรค ระบบการให้น้ำ การใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicides) เช่น ซัลเฟอร์ คอปเปอร์ เป็นต้น ซึ่งพบว่าสามารถป้องกันกำจัดโรคได้ดีและมีการนำมาใช้ร่วมกับสารป้องกันกำจัดโรคพืชในการผลิตแตงอินทรีย์ (Hector และคณะ, 2014) ความสำเร็จของการป้องกันกำจัดโรคราแป้งโดยชีววิธี คือ ความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการเจริญครอบครองพื้นที่ผิวพืชได้เร็วกว่าก่อนที่สปอร์ของเชื้อราสาเหตุโรคจะเข้าทำลายพืช ซึ่งในโรคราแป้งพบว่า เชื้อราสาเหตุโรคจะเข้าทำลายพืชภายใน 72 ชั่วโมงหลังจากที่สปอร์ตกลงบนผิวพืช ดังนั้น การใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรค หรือลดการระบาดของโรคราแป้งได้ดี จึงต้องการเชื้อปฏิปักษ์ที่มีการเจริญที่รวดเร็วและสามารถครอบครองพื้นผิวพืชได้ดีกว่าเชื้อสาเหตุโรค จากรายงานต่างประเทศ พบว่ามีการศึกษาวิจัยใช้เชื้อรา *Ampelomyces quisquaris* ในการควบคุมเชื้อรา *E. cichoracearum, P. xanthii* สาเหตุโรคราแป้งในแตงกวาและเมล่อน (Sundheim, 1982) หรือการใช้ *Trichoderma harzianum* ในการควบคุมเชื้อรา *P. xanthii* สาเหตุโรคราแป้งในแตงกวา (Elad, 2000 ; Elad *et al,* 1998) หรือการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* sp. ในการควบคุมเชื้อรา *P. xanthii* ในพืชตระกูลแตง (Romero *et al,* 2004) นอกจากนี้ Wagner และคณะ (1997) ได้ทดสอบสารเมตาบอไลท์ของเชื้อ *Bacillus subtilis* ก่อนการปลูกเชื้อราสาเหตุโรค พบว่า สามารถลดการโรคราแป้งบนใบแตงกวาได้ 90-99 เปอร์เซ็นต์ ในห้องปฏิบัติการ และเมื่อทำการพ่นด้วย WPB (10%) และ CMB (10%)

ของเชื้อแบคทีเรีย บนต้นแตงกวา ที่อัตรา 1,000 และ 10,000 ไมโครกรัม/มิลิลิตร จำนวน 2 ครั้งต่ออาทิตย์ ตลอดอายุพืช ที่ 18 วันหลังการพ่นครั้งแรก พบว่าในวิธีการพ่นเชื้อแบคทีเรีย WPB (10%) สามารถยับยั้งการเกิดแผลที่ใบได้ 26.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในวิธีการพ่นเชื้อแบคทีเรีย CMB (10%) ไม่พบการเกิดแผลบนใบพืช เมื่อเปรียบกับวิธีการไม่พ่นเชื้อพบการเกิดโรค 99.0 และ 46.7 เปอร์เซ็นต์

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ
2. พืชทดสอบ แตงเมล่อน พันธุ์มรกต และ โกลเด้น สวีท
3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติก กล่องเก็บความเย็น ปากกา กรรไกร ฯลฯ
4. อุปกรณ์เครื่องมือ และเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ
5. อุปกรณ์เครื่องมือ และวัสดุการเกษตร เช่น กระถาง ดิน ไม้ค้าง

วิธีการ

1.คัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้ง (Powdery mildew) พืชตระกูลแตงในห้องปฏิบัติการ

1.1.การสำรวจและเก็บตัวอย่าง

เนื่องจากพืชตระกูลแตง เช่น แตงกวา แตงร้าน แตงเมล่อน แตงแคนตาลูป มีการปลูกตลอดทั้งปี แต่การระบาดของโรคราแป้ง จะพบการระบาดของโรคในช่วงฤดูหนาวหรือปลายฝนต้นหนาว หรือในบางพื้นที่อาจมีการระบาดของโรคได้ ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม ดังนั้น ในการเก็บตัวอย่างเพื่อมาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ จึงต้องสำรวจการเกิดโรค และการระบาดของโรคอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี เมื่อพบพืชมีการระบาดของโรค ทำการเก็บตัวอย่างใบแตงที่แสดงอาการเป็นโรคเพื่อมาแยกหาในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บจำนวน 2 ใบต่อต้น เป็นใบอ่อนและใบแก่ที่มีการเข้าทำลายของโรคราแป้ง บันทึกข้อมูลพื้นที่ ข้อมูลความรุนแรงของโรค และถ่ายรูปลักษณะอาการโรค

1.2.การแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคราแป้ง

1.2.1 การแยกเชื้อราปฏิปักษ์

นำใบตัวอย่างพืชที่เก็บมาได้มาแยกหาเชื้อราปฏิปักษ์ โดยใช้มีดที่ฆ่าเชื้อแล้ว ตัดส่วนของใบพืชที่มีเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคเจริญอยู่ ให้มีขนาดเล็ก แล้วนำไปวางลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจดูว่ามีเส้นใยเชื้อราเจริญออกมาจากชิ้นส่วนพืชทุกวันหลังการวางเชื้อ ถ้าพบว่ามีเส้นใยเชื้อราเจริญ ให้ทำการแยกเส้นใยออกมาเพื่อเลี้ยงเชื้อให้บริสุทธิ์ และบันทึกข้อมูลลักษณะเส้นใยและการสร้างสปอร์ของเชื้อราแต่ละไอโซเลท เมื่อเชื้อราเจริญมีอายุ 14 วัน จึงทำการเก็บเส้นใยและสปอร์ของเชื้อราแต่ละไอโซเลท โดยการเติมน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 5 มิลลิลิตรลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อทิ้งไว้ 5 นาที แล้วขูดเส้นใยและสปอร์ของเชื้อรา กรองเส้นใยและแยกเก็บแต่สปอร์ไว้เพื่อการศึกษาต่อไป

1.2.2 การแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

ตัวอย่างใบพืชที่เหลือจากขั้นตอนที่ 2.1 นำใส่ลงใน flask และเติมน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 100 มิลิลิลิตร เขย่าอย่างน้อย 30 นาที แล้วนำใบพืชออก เพื่อทำ serial dilution plate และดูดสารละลายในแต่ละชุด ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA ใช้แท่งแก้วงอ เกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหาร บ่มเชื้อไว้ 24 ชั่วโมง และแยกเก็บเชื้อที่แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่เจริญ และแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ และนำไปเลี้ยงขยายเพิ่มปริมาณบนอาหาร TSB และเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 – 250 rpm นาน 24-48 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้ทดสอบต่อไป

2.คัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งในสภาพโรงเรือนทดลอง

1.เพาะกล้าและย้ายปลูกพืชทดสอบลงในกระถาง จำนวน 4 ต้นต่อกระถาง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำๆละ 5 กระถาง ส่วนกรรมวิธีในการทดลองคือ เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่คัดเลือกได้ จำนวน 20 ไอโซเลท โดยมีกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ

2. ประเมินการเกิดโรคราแป้งในพืชทดสอบ เมื่อเริ่มพบการระบาดของโรคราแป้ง จึงทำการพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์แต่ละไอโซเลทที่เตรียมไว้ โดยนำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์แต่ละไอโซเลท ที่เลี้ยงขยายลงในอาหาร NGB ปริมาตร 100 ม.ล. และนำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 rpm เป็นเวลา 24-36 ชั่วโมง จากนั้นจึงเตรียมเป็นเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ โดยใช้อัตราเชื้อแบคทีเรียปริมาตร 100 ม.ล. ต่อน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 900 ม.ล. เขย่าให้เข้ากันแล้วจึงนำไปพ่นลงบนพืชทดสอบให้ทั่ว ตามกรรมวิธีที่วางไว้ และพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ซ้ำทุก 5 วัน อย่างน้อย 4 ครั้ง

3. ประเมินความรุนแรงของโรคราแป้งที่เกิดขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคก่อนการพ่นเชื้อแต่ละครั้งและที่ 5 วันหลังการพ่นเชื้อครั้งสุดท้าย เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า โดยให้ค่าระดับคะแนนความรุนแรงของโรคราแป้งที่เกิดขึ้น 6 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 = ไม่แสดงอาการของโรคราแป้ง
ระดับ 2 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 1 - 20 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น
ระดับ 3 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 21 - 40 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น
ระดับ 4 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 41 - 60 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น
ระดับ 5 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 61 - 80 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น
ระดับ 6 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 81 - 100 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น

5.บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธี และนำค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งในสภาพโรงเรือนทดลอง

1.เพาะกล้าและย้ายปลูกพืชทดสอบลงในกระถาง จำนวน 4 ต้นต่อกระถาง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำๆละ 5 กระถาง ส่วนกรรมวิธีในการทดลองคือ เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่คัดเลือกได้จากปี 2563 จำนวน 9 ไอโซเลท โดยมีกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ

2. เมื่อเริ่มพบการระบาดของโรคราแป้งในพืชทดสอบ จึงทำการพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์แต่ละไอโซเลทที่เตรียมไว้ โดยนำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์แต่ละไอโซเลท ที่เลี้ยงขยายลงในอาหาร NGB ปริมาตร 100 ม.ล. และนำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 rpm เป็นเวลา 24-36 ชั่วโมง จากนั้นจึงเตรียมเป็นเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ โดยใช้อัตราเชื้อแบคทีเรียปริมาตร 100 ม.ล. ต่อน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 900 ม.ล. เขย่าให้เข้ากันแล้วจึงนำไปพ่นลงบนพืชทดสอบให้ทั่ว ตามกรรมวิธีที่วางไว้ และพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ซ้ำทุก 5 วัน อย่างน้อย 4 ครั้ง

3. ประเมินความรุนแรงของโรคราแป้งที่เกิดขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคก่อนการพ่นเชื้อแต่ละครั้งและที่ 5 วันหลังการพ่นเชื้อครั้งสุดท้าย เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า โดยให้ค่าระดับคะแนนความรุนแรงของโรคราแป้งที่เกิดขึ้น 6 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 = ไม่แสดงอาการของโรคราแป้ง
ระดับ 2 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 1 - 20 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น
ระดับ 3 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 21 - 40 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น
ระดับ 4 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 41 - 60 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น
ระดับ 5 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 61 - 80 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น
ระดับ 6 = แสดงอาการของโรคราแป้ง 81 - 100 % ของพื้นที่ใบทั้งต้น

4.บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธี และนำค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2561
สิ้นสุด กันยายน 2564
ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
โรงเรือนทดลองปลูกพืชกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.คัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้ง (Powdery mildew) พืชตระกูลแตง

1.1.การสำรวจและเก็บตัวอย่าง

สำรวจและเก็บตัวอย่างโรคราแป้งในแตงเมล่อน ที่ อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี ช่วงเดือน ต.ค.- พ.ย. 2561 ยังไม่พบการระบาดของโรคราแป้ง ทำการเก็บใบพืชที่ปกติ จำนวน 2 ตัวอย่าง เพื่อนำมาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ และสำรวจและเก็บตัวอย่างโรคราแป้งเมล่อน ที่ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี ช่วงเดือน ต.ค.- พ.ย. 2561 พบว่า มีการระบาดของโรคราแป้งในระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งค่อนข้างรุนแรง ทำการเก็บใบแตงที่ปกติ และใบที่เป็นโรคราแป้งในแตงเมล่อนได้จำนวน 10

ตัวอย่าง และ ที่ อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี พบมีการระบาดของโรคราแป้งในระยะติดผล ทำการเก็บใบแตงที่ปกติ และใบที่เป็นโรคราแป้งในแตงเมล่อนได้จำนวน 10 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 20 ตัวอย่าง

ในช่วงเดือน ธ.ค. 2561 สำรวจและเก็บตัวอย่างโรคราแป้งในแตงเมล่อน ที่ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และ สำรวจและเก็บตัวอย่างโรคราแป้งในแตงโม และแตงแคนตาลูป ที่ อ.เมือง และ อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ซึ่งในแตงโมไม่พบการระบาดของโรคราแป้ง ส่วนในแตงแคนตาลูป พบว่า มีการระบาดของโรคในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว รวมทั้งหมด 10 ตัวอย่าง

1.2.การแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรค

นำตัวอย่างใบแตงที่เก็บมาได้จากแต่ละพื้นที่ มาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ด้วยวิธี tissue transplanting และ Leaf wash technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และ NGA ในห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 2) สามารถแยกได้เชื้อราและแบคทีเรีย อย่างน้อย 100 ไอโซเลท (ตารางที่ 1 และ 2) ทำการเลี้ยงขยายบนอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อแยกให้ได้เชื้อที่บริสุทธิ์ ทำการคัดเลือกเชื้อราและแบคทีเรียที่มีการเจริญที่ดีและไม่มีการปนเปื้อน และย้ายลงใน slant agar เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

2.คัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งในสภาพโรงเรือนทดลอง

ทำการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคราแป้งในสภาพโรงเรือนทดลอง ได้วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำๆ ละ 5 กระถาง ปลูกจำนวน 4 ต้นต่อกระถาง และแต่ละกรรมวิธีคือ เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ที่นำมาทดสอบ จำนวน 20 ไอโซเลท ดำเนินการปลูกแตงเมล่อนเพื่อใช้ในการทดสอบจำนวน 2 ชุดการทดลอง พืชทดสอบชุดที่ 1 คือแตงเมล่อนพันธุ์ โกลเด้น สวีท และ พืชทดสอบชุดที่ 2 คือแตงเมล่อนพันธุ์ มรกต ดูแลพืชทดสอบให้มีสภาพพร้อมในการทดลอง และทำการประเมินการเกิดโรคราแป้งทุกวัน เมื่อเริ่มพบการระบาดของโรคราแป้งในพืชทดสอบ ได้ทำการพ่นเซลล์แขวนลอยของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่เลี้ยงขยายไว้ในแต่ละกรรมวิธี ตามแผนที่วางไว้ ทุก 5 วัน จำนวน 5 ครั้ง ทำการบันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคทุกครั้งก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ และที่ 5 วันหลังการพ่นเชื้อครั้งสุดท้าย โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า โดยดำเนินการเหมือนกันทั้ง 2 ชุดการทดลอง บันทึกข้อมูลการเกิดโรคราแป้งและรวบข้อมูลผลการทดลอง

ผลการทดลองในพืชทดสอบชุดที่ 1 (ตารางที่ 3 , ภาพที่ 3)

การประเมินโรคครั้งที่ 1 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งแรก พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-10.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 10.0 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 2 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 2 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-30.0 เปอร์เซ็นต์ และมี 13 กรรมวิธี ที่ยังไม่พบการเกิดโรคราแป้ง ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 30.0 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 3 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 3 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-37.9 เปอร์เซ็นต์ และมี 11 กรรมวิธี ที่ยังไม่พบการเกิดโรคราแป้ง ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 37.9 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 4 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 4 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-48.5 เปอร์เซ็นต์ และมี 7 กรรมวิธี ที่ยังไม่พบการเกิดโรคราแป้ง ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 48.5 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 5 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งสุดท้าย พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-76.8 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามี 3 กรรมวิธี ได้แก่ DPD3, DPD9 และ DPD24 ที่สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีที่สุดและไม่พบการเกิดโรคราแป้ง รองลงมาคือ กรรมวิธี DPD8, DPD5 และ DPD25 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.2, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 64.5 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 6 ที่ 5 วันหลังการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ครั้งสุดท้าย พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.5-94.0เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีกรรมวิธีที่สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีที่สุด ได้แก่ DPD3 และ DPD5 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธี DPD25, DPD24 และ DPD9 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.6, 3.0 และ 4.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในกรรมวิธี DPD9, DPD1, DPD10, DPD14 และ DPD4 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 4.8, 7.0, 8.8, 8.9 และ 9.9เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 72.8 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองในพืชทดสอบชุดที่ 2 (ตารางที่ 4 , ภาพที่ 4)

การประเมินโรคครั้งที่ 1 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งแรก พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-14.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 14.7 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 2 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 2 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-25.4 เปอร์เซ็นต์ และมี 13 กรรมวิธี ที่ยังไม่พบการเกิดโรคราแป้ง ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 25.4 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 3 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 3 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-31.9 เปอร์เซ็นต์ และมี 9 กรรมวิธี ที่ยังไม่พบการเกิดโรคราแป้ง ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 31.9 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 4 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 4 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-39.2 เปอร์เซ็นต์ และมี 3 กรรมวิธี คือ DPD8, DPD15 และ DPD23 ที่ยังไม่พบการเกิดโรคราแป้ง ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 39.2 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 5 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งสุดท้าย พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.0-62.3 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามี 1 กรรมวิธี คือ DPD23 สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีและไม่พบการเกิดโรคราแป้ง รองลงมาคือ กรรมวิธี DPD15, DPD17, DPD22 และ DPD14 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.5, 1.1, 1.1และ 1.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในกรรมวิธี DPD11, DPD5, DPD19 และ DPD10 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 2.1, 2.5, 2.8,และ 3.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 62.3 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 6 ที่ 5 วันหลังการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ครั้งสุดท้าย พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.1-85.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีกรรมวิธีที่สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดี DPD14 และ DPD23 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธี DPD22, DPD15 และ DPD19 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.3,2.4 และ 4.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในกรรมวิธี DPD17, DPD10, DPD11, DPD18 และ DPD5 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 7.6, 8.7, 8.7, 9.9 และ 13.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 85.0 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น ในปี 2563 นี้ สามารถคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในสภาพโรงเรือนทดลอง ได้ จำนวน 10 ไอโซเลท ได้แก่ DPD3, DPD5, DPD25, DPD24, DPD9, DPD14, DPD23, DPD22, DPD15 และ DPD11 เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งในสภาพโรงเรือนทดลอง

เนื่องจากสถานการณ์โรคโควิท-19 ยังมีการระบาดและต้องเฝ้าระวังโรค ทำให้การติดต่อเกษตรกรและการเตรียมแปลงทดลองแตงเมล่อน ที่ อ. หนองหญ้าไซ จ. สุพรรณบุรี มีความล่าช้า และไม่สามารถไปปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การทดลองเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ จึงได้ทำการทดลองทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในสภาพโรงเรือนทดลอง จำนวน 10 ไอโซเลท ที่ได้จากปี 2563 แต่พบมีเชื้อที่ตายไป 1 ไอโซเลท ทำให้เหลือเพียง 9 ไอโซเลท ที่จะใช้ทดสอบในปี 2564 ซึ่งได้ทำการทดลองในช่วงเดือน ธ.ค. 2564 ผลการทดลองพบว่า (ตารางที่ 5,ภาพที่ 5)

การประเมินโรคครั้งที่ 1 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ครั้งแรก พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.83-1.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.07 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 2 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 2 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการพ่นเชื้อพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 3.18-7.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับมีกรรมวิธีกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 15.80 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่พบโรคราแป้งน้อยที่สุดคือ กรรมวิธีพ่น DPD 3 และ DPD 9 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 3.18 และ 3.95 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 3 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 3 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการพ่นเชื้อพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 7.79-21.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับมีกรรมวิธีกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 26.10 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่พบโรคราแป้งน้อยที่สุดคือ กรรมวิธีพ่น DPD 3 และ DPD 24 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 7.19 และ 13.94 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 4 ก่อนการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งที่ 4 พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการพ่นเชื้อพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 19.11-36.42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับมีกรรมวิธีกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 50.85 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่พบโรคราแป้งน้อยที่สุดคือ กรรมวิธีพ่น DPD 3 และ DPD 9 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 19.11 และ 24.60 เปอร์เซ็นต์

การประเมินโรคครั้งที่ 5 หลังการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ครั้งสุดท้าย พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการพ่นเชื้อพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 24.19-46.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับมีกรรมวิธีกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 78.19 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่พบโรคราแป้งน้อยที่สุดคือ กรรมวิธีพ่น DPD 3 และ DPD 5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 24.19 และ 33.49 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สำรวจและเก็บตัวอย่างโรคราแป้งพืชตระกูลแตง ในพื้นที่ จ.กาญจนบุรี จ.สุพรรณบุรี ในช่วง ต.ค. – พ.ย. 2561 พบว่า มีการระบาดของโรคในแตงเมล่อน ค่อนข้างรุนแรง ซึ่งเป็นระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการเก็บใบแตงที่ปกติ และใบที่เป็นโรคราแป้งในแตงเมล่อนได้จำนวนทั้งหมด 20 ตัวอย่าง และได้สำรวจและเก็บตัวอย่างโรคราแป้งในแตงเมล่อน แคนตาลูป และแตงโม ที่ จ.ฉะเชิงเทรา และ จ.สระแก้ว ในช่วงเดือน ธ.ค. 2561 ซึ่งในแตงโมไม่พบการระบาดของโรคราแป้ง ส่วนในแตงแคนตาลูป พบมีการระบาดของโรคในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 ตัวอย่าง นำตัวอย่างใบแตงที่เก็บมาได้จากแต่ละพื้นที่ มาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ด้วยวิธี tissue transplanting และ Leaf wash technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และ NGA ในห้องปฏิบัติการ ทำการแยกและคัดเลือกในห้องปฏิบัติการ ได้เชื้อราและแบคทีเรีย อย่างน้อย 100 ไอโซเลท นำไปเลี้ยงขยายบนอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้เชื้อที่บริสุทธิ์ และคัดเลือกเชื้อราและแบคทีเรียที่มีการเจริญที่ดีและไม่มีการปนเปื้อน และย้ายลงใน slant agar เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมการเกิดโรคราแป้งแตงเมล่อน 2 พันธุ์ พบว่า ในพันธุ์ โกลเด้น สวีท นั้นสามารถคัดเลือกไอโซเลท ที่มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคราแป้งได้ คือ ไอโซเลท DPD3 และ DPD5 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธี DPD25, DPD24 และ DPD9 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.6, 3.0 และ 4.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองในพันธุ์ มรกต สามารถคัดเลือก

ไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคราแป้ง คือ ไอโซเลท DPD14 และ DPD23 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กรรมวิธี DPD22, DPD15 และ DPD11 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.3, 2.4 และ 8.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในปี 2564 ได้นำ เชื้อทั้ง 10 ไอโซเลท มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราแป้งในแตงเมล่อนในสภาพโรงเรือนทดลอง ซึ่งระหว่างเตรียมเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์พบว่าไอโซเลท DPD23 ไม่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อจึงเหลือเพียง 9 ไอโซเลทในการทดสอบ ซึ่งผลการทดลอง พบว่า ไอโซเลทที่สามารถควบคุมโรคราแป้งได้ดีที่สุด มี 4 ไอโซเลท คือ DPD 3, DPD 5, DPD 22 และDPD 24 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 24.19,33.49,34.19 และ 34.41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 78.19 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

Elad, Y., Kirshner, B., Yehuda, N., Sztejnberg, A. 1998. Management of powdery mildew and gray mould of cucumber by Trichoderma harzianum T39 and *Ampelomyces quisqualis* AQ10. BioControl, 43: 241-251.

Elad, Y. 2000. Biological Control of foliar pathogens by means of *Trichoderma harzianum* and potential modes of action. Crop Protection, 19: 709-714.

Hector G., N. Palenius, D. Hopkins and J. Cantliffe. Powdery Mildew of Cucurbits in Florida เข้าถึง ข้อมูลเมื่อวันที่ 29 /5/2557

Jahn M., H. M. Munger, J. D. McCreight.2002. Breeding Cucurbit Crops for Powdery mildew Resistance. ***In*** Belanger R, WR Bushnell, AJ Dik, TLW Carver,ed, The powdery mildew. A Comprehensive Treatise. APS, St Paul, Minnesota, pp 239-248.

Mossler M. A. and O. N. Nesheim.2005. Florida Crop/Pest Management Profile: Squash. Electronic Data Information Source of UF/IFAS Extension (EDIS).CIR 1265. February, 3, 2005. แหล่งข้อมูล:http://edis.ifas.ufl.edu/hs321

Romero, D., Rivera, M.E., Cazorla, F.M., de Vicente, A. and Perez-Garcia, A. 2003. Effects of mycoparasitic fungi on the Development of *Sphaerotheca fusca* in melon leaves. Mycological Researchs, 107: 64-67.

Sundheim, L. 1982. Control of cucumber powdery mildew by the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* and fungicides. Plant Pathology, 31: 209-214.

Thomas A. Z., L.D. Hopkins and E. C. Thomas.1996. Compendium of Cucurbit Disease. The American Phytopathological Society Minnesota 55121-2097, USA. 87 p.

Wagner Bettiol, Angelo Garibaldi and Quirico Migheli. 1997. *Bacillus subtilis* for the control powdery mildew on Cucumber and Zucchini Squash. Bragantia. Vol 56 n.2 แหล่งข้อมูล : http://www.scielo.br/scielo.php

Table 1 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method.

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD 1	เมล่อนใบ	ใบอ่อน	แบคทีเรีย/สีขาวด้านขอบหยัก	บ.ดงกะเชา ต. อู่ยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 2	,,	,,	,,	,,
LPD 3	,,	,,	,,	,,
LPD 4	,,	,,	,,	,,
LPD 5	,,	,,	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 6	,,	,,	,,	,,
LPD 7	,,	,,	แบคทีเรีย/สีขาวขอบด้านหยัก	,,
LPD 8	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 9	,,	,,	,,	,,
LPD 10	,,	,,	,,	,,
LPD 11	,,	,,	,,	,,
LPD 12	,,	,,	,,	,,
LPD 13	,,	,,	,,	,,
LPD 14	,,	,,	,,	,,
LPD 15	,,	,,	,,	,,
LPD 16	,,	,,	,,	,,
LPD 17	,,	,,	,,	,,
LPD 18	,,	,,	,,	,,
LPD.19	,,	,,	,,	,,
LPD 20	,,	,,	,,	,,
LPD 21	ฟักทอง/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 22	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 23	,,	,,	,,	,,
LPD 24	,,	,,	,,	,,
LPD 25	,,	,,	,,	,,

Table 1 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD 26	,,	,,	,,	,,
LPD 27	,,	,,	,,	,,
LPD 28	,,	,,	,,	,,
LPD 29	,,	,,	,,	,,
LPD 30	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 31	,,	,,	,,	,,
LPD 32	,,	,,	,,	,,
LPD 33	,,	,,	,,	,,
LPD 34	,,	,,	,,	,,
LPD 35	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 36	เมล่อน	ใบแก่	เชื้อราสีขาว	บ.ดงกะเชา ต.อู่ยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 37	,,	ใบอ่อน	,,	,,
LPD 38	,,	,,	,,	,,
LPD 39	ฟักทอง/ใบ	ใบแก่	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 40	,,	,,	,,	,,
LPD 41	,,	,,	,,	,,
LPD 42	,,	,,	,,	,,
LPD 43	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	แบคทีเรียขาวขอบด้าน	,,
LPD 44	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 45	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 46	,,	,,	,,	,,
LPD 47	,,	,,	,,	,,
LPD 48	,,	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟูดำ	,,
LPD.49	,,	,,	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 49	,,	,,	,,	,,
LPD 50	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,

Table 1 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD 51	ฟักทอง/ใบ	ใบแก่	แบคทีเรีย/สีเหลืองขอบหยัก	,,
LPD 36	เมล่อน	ใบแก่	เชื้อราสีขาว	บ.ดงกะเชา ต.อู่ยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 37	,,	ใบอ่อน	,,	,,
LPD 38	,,	,,	,,	,,
LPD 39	ฟักทอง/ใบ	ใบแก่	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 40	,,	,,	,,	,,
LPD 41	,,	,,	,,	,,
LPD 42	,,	,,	,,	,,
LPD 43	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	แบคทีเรียขาวขอบด้าน	,,
LPD 44	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 45	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 46	,,	,,	,,	,,
LPD 47	,,	,,	,,	,,
LPD 48	,,	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟูดำ	,,
LPD.49	,,	,,	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 49	,,	,,	,,	,,
LPD 50	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 51	ฟักทอง/ใบ	ใบแก่	แบคทีเรีย/สีเหลืองขอบหยัก	,,
LPD 52	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 53	,,	,,	,,	,,
LPD 54	,,	,,	แบคทีเรีย/ขาวขอบเรียบ	,,

Table 1 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD 55	,,	,,	แบคทีเรีย/สีเหลืองนวลขอบเรียบ	,,
LPD 56	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อราสีขาวสปอร์สีดำ	
LPD 57	,,	,,	,,	,,
LPD 58	,,	,,	,,	,,
LPD.60	,,	,,	แบคทีเรีย/สีขาวขอบด้าน	,,
LPD 61	,,	,,	แบคทีเรีย/สีขาวขอบหยัก	,,
LPD 62	,,	,,	แบคทีเรีย/สีเหลืองขอบเรียบ	,,
LPD 63	เมล่อน/ใบ,,	ใบแก่,,	แบคทีเรีย/สีขาวขอบด้าน	บ.หนองราชวัตร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี
LPD 64	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/สีขาวเทา	,,
LPD 65	,,	,,	เชื้อรา/สีเทาดำบาง	,,
LPD 66	,,	,,	เชื้อรา/สีขาวส้ม	,,
LPD 67	,,	,,	เชื้อรา/สีขาว	,,
LPD 68	,,	,,	เชื้อรา/สีขาวเส้นใยฟู	,,
LPD 69	,,	,,	,,	,,
LPD 70	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/สีขาว	บ หนองราชวัตร อ หนององหญ้าไซ จ สุพรรณบุรี
LPD 71	,,	,,	เชื้อรา/สีขาว	,,
LPD 72	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทาดำ	,,
LPD 73	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวบาง	,,

Table 1 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD 74	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยเขียวขี้ม้าบาง	,,
LPD 75	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อรา/เส้นใยสีส้มฟู	,,
LPD 76	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 77	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทา	,,
LPD 78	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยเขียวขี้ม้าเข้ม	,,
LPD 79	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 80	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทาฟู	,,
LPD 81	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 82	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	บ.ดงกะเชา ต.อู่ยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 83	,,	,,	,,	,,
LPD 84	,,	,,	,,	,,
LPD 85	เมล่อน/ใบ,,	ใบอ่อน,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู,,	,,
LPD 86	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู,,	บ.ดงกะเชา ต.อู่ยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 87	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อรา/เส้นใยเขียวขี่ม้า	,,
LPD 88	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 89	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทา	,,
LPD 90	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทาฟู	,,
LPD 91	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 92	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 93	ฟักทอง/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยขาวฟู	,,

Table 1 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD 94	,,	,,	,,	,,
LPD 95	,,	,,	,,	,,
LPD 96	,,	,,	,,	,,
LPD 97	ฟักทอง/ใบ	ใบแก่	เชื้อรา/เส้นใยสีเทาฟู	,,
LPD 98	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 99	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 100	,,	,,	,,	,,
LPD 101	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน	แบคทีเรีย/สีขาวขอบด้าน	บ.หนองราชวัตร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี
LPD 102	เมล่อน(ผล)	ผลแก่ เนื้อผล	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 103	เมล่อน/ผล,,	ผลแก่,เนื้อผล	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 104	,,	,,	,,	,,
LPD 105	,,	,,	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 106	เมล่อน/ผล	เชื้อราบนผิวผล	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 107	,,	,,	,,	,,
LPD 108	,,	เนื้อผล	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 109	,,	,,	,,	,,
LPD 112	,,	,,	เชื้อราสีเทาฟู	,,
LPD 113	เมล่อน/ใบ	ใบเมล่อนในโรงเรือน	เชื้อราสีเขียวขี้ม้า	บ.หนองราชวัตร อ.หนองหญ้าไซ จ. สุพรรณบุรี
LPD 114	,,	,,	เชื้อราสีเทา	,,
LPD 115	,,	,,	เชื้อราสีขาวบาง	,,

Table 1 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD 116	,,	,,	เชื้อราสีเทา	,,
LPD 117	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 118	,,	,,	เชื้อราสีขาวบาง	,,
LPD 119	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 120	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 121	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟูมาก	,,
LPD 122	เมล่อน/ใบ	ใบเมล่อนในโรงเรือน	เชื้อราสีเทา	
LPD 123	,,	,,	เชื้อราสีเทา	
LPD 124	,,	,,	เชื้อราสีเทา	,,
LPD 125	,,	,,	เชื้อราสีเทาดำ	,,
LPD 126	ใบเมล่อน	ใบแก่สปอร์แก่	เชื้อราเส้นใยสีขาว	บ.หนองคราง อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี
LPD 127	,,	,,	,,	,,
LPD128	,,	,,	,,	,,
LPD129	,,	,,	,,	,,
LPD130	,,	ใบอ่อน	เชื้อราเส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD131	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาว	,,
LPD132	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาวดำฟู	,,
LPD133	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาว	,,
LPD134	,,	,,	,,	,,
LPD135	,,	,,	,,	,,

Table 1 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD136	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีดำฟู	ต.ดอนกำยาน อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD137	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาว	,,
LPD138	,,	,,	,,	,,
LPD139	,,	ใบแก่	,,	,,
LPD140	,,	,,	,,	,,
LPD141	ใบเมล่อนใบเล็ก	ใบราแป้งพันธุ์มรกต	เชื้อราสีเทาดำเหมือนกำมะหยี่	,,
LPD142	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD143	,,	,,	เชื้อราสีเทาดำ	,,
LPD144	ใบเมล่อนบใหญ่	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD145	,,	,,	เชื้อราสีเทาดำฟู	,,
LPD146	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD147	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD148	ใบเมล่อนใบเล็ก	,,	,,	,,
LPD 149	,,	,,	,,	,,
LPd150	,,	,,	,,	,,
LPD 151	,,	,,	เชื้อราสีเทาฟู	,,

Table 2 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method.

ไอโซเลท	พืชส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บ
LPD 1	ใบเมล่อน	ใบราแป้งมาก	แบคทีเรียขาวขอบหยัก	บ.จานจู อ.อรัญประเทศ จ. สระแก้ว
		ไม่ล้างใบ		,,
LPD 2	,,	,,	,,	,,
LPD 3	,,	ราแป้งน้อยไม่ล้างใบ	แบคฯขาวขอบด้าน	,,
LPD 4	,,	ใบปกติไม่ล้างใบ	แบคฯสีเหลืองอ่อน	,,
LPD 5	,,	,,	แบคทีเรียขาวขอบด้าน	,,
LPD.6	,,	,,	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
LPD 7	,,	,,	แบคฯขาวขอบด้าน	,,
LPD 8	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
LPD 9	,,	,,	,,	,,
LPD 10	,,	,,	L3	,,
LPD 11	,,	,,	L2	,,
LPD 12	จากผล	ไม่ล้างผล10^{-1}	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
LPD 13	ใบเมล่อนใบปกติ	ไม่ล้างใบ	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
LPD 14	,,	,,	,,	,,
LPD 15	,,	,,	,,	,,
LPD 16	,,	,,	,,	,,
LPD 17	,,	,,	,,	,,
LPD 18	ใบแตงโมใบปกติ	ไม่ล้างใบ	แบคฯขาวขอบเรียบ	บ.ท่าเกษม อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
LPD 19	,,	,,	,,	,,
LPD 20	ใบเมล่อน	ใบราแป้งมากไม่ล้างใบ	เชื้อราสีเทาเขียวเหมือนกำมะหยี่	,,
LPD 21	ใบแตงโมใบปกติ	ไม่ล้างใบ	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
LPD 22	,,	,,	,,	,,

Table 2 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืชส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บ
LPD 23	ใบเมล่อนใบปกติ	ล้างน้ำ	แบคฯสีเหลืองขอบหยัก	,,
LPD 24	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
LPD 25	,,	,,	,,	,,
LPD 26	,,	,,	,,	,,
LPD 27	,,	,,	,,	,,
LPD 28	,,	,,	,,	,,
LPD 29	,,	,,	,,	,,
LPD 30	,,	,,	,,	,,
LPD 31	ใบแตงไทยใบปกติ	ไม่ล้างใบ	แบคฯสีเหลืองอ่อน	,,
LPD 32	ใบเมล่อนโกลเด้นสวีท	ใบเป็นโรคราแป้งล้างน้ำ	แบคฯขาวขอบหยัก	อ.พนมทวน จ .ฉะเชิงเทรา
LPD 33	,,	,,	,,	,,
LPD34	ใบเมล่อน คิโมจิ	,,	,,	,,
LPD35	ใบเมล่อน		แบคฯขาวขอบเรียบ	บ.จานจู อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
LPD 36	,,	,,	,,	,,
LPD 37	,,	,,	,,	,,
DPD 1-38	ใบเมล่อนปกติล้างใบ	10^{-1}	แบคฯขาวขอบเรียบ	บ.จานจู อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
DPD2-39	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 3-40	,,	10^{-3}	แบคฯเหลืองขอบเรียบ	,,
DPD 4-41	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 5-42	ไม่ล้างใบ	10^{-1}	แบคฯเหลืองขอบเรียบ	,,
DPD 6-43	,,	,,	,,	,,
DPD 7-44	ผลแตง/ล้างผล	10^{-3}	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 8-45	,,	10^{-5}	,,	,,

Table 2 The isolation of Antagonistic microorganisms by Leaf wash technique and Tissue transplanting method. (continue)

ไอโซเลท	พืชส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บ
DPD 9-46	ไม่ล้างผล	10^{-3-}	แบคฯเหลืองขอบเรียบ	,,
DPD10-47	,,	,,	,,	,,
DPD 11-48	,,	10^{-2}	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 12-49	ใบเมล่อนใบปกติล้างใบ	,,	,,	,,
DPD 13-50	,,	,,	,,	,,
DPD 14-51	ใบเมล่อนปกติไม่ล้างใบ	10^{-1}	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
DPD 15-52	ใบแตงโมปกติล้างใบ	10^{-2}	แบคฯสีส้มอ่อน	,,
DPD 16-53	ใบแตงโมปกติไม่ล้างใบ	10^{-1}	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
DPD 17-54	ใบแตงโมปกติไม่ล้างใบ	10^{-1}	แบคฯเหลืองขอบหยัก	,,
DPD 18-55	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 19-56	,,	10^{-4}	,,	,,
DPD 20-57	,,	,,	,,	,,
DPD 21-58	ใบแตงไทยปกติไม่ล้างใบ	10^{-1}	,,	,,
DPD 22-59	,,	10^{-3}	,,	,,
DPD 23-60	ใบแตงไทยปกติล้างใบ	10^{-1}	,,	,,
DPD 24-61	,,	10^{-2}	,,	,,
DPD 25-62	,,	10^{-5}	,,	,,

Table 3 Efficacy of bacterial antagonistic to controlling Powdery mildew in Melon var. Golden sweet in the greenhouse.

Treatments	% Disease incidence of Powdery mildew'					
	1st	2nd	3th	4th	5th	6th
T1 DPD1	0.0	0.4	0.2	0.6	1.2	7.0
T2 DPD2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	23.4
T3 DPD3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
T4 DPD4	0.4	0.0	0.0	0.0	1.1	9.9
T5 DPD5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
T6 DPD6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	30.4
T7 DPD7	0.0	0.9	0.5	1.4	9.9	40.4
T8 DPD8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	11.5
T9 DPD 9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
T10 DPD10	0.5	1.1	0.9	1.2	1.4	8.8
T11DPD 11	3.4	10.9	7.7	11.0	10.6	25.3
T12DPD 14	0.1	0.3	0.1	0.3	3.1	8.9
T13 DPD15	4.5	6.8	4.2	4.0	4.3	15.1
T14 DPD16	0.7	0.8	0.6	1.9	3.1	12.1
T15 DPD 17	0.6	0.8	4.2	34.2	71.9	92.0
T16 DPD 18	2.5	4.3	12.9	43.1	43.6	94.0
T17DPD 19	0.0	0.0	2.5	36.2	73.8	94.0
T18 DPD 20	0.0	0.0	8.2	40.8	76.8	94.0
T19 DPD 21	0.0	0.0	0.0	17.6	66.5	90.0
T 20 DPD 22	0.0	0.0	0.0	2.3	12.8	59.1
T21 DPD 23	0.0	0.0	0.0	2.8	7.5	12.5
T22 DPD 24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
T23 DPD 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.6
Control	10.0	30.5	37.5	48.5	64.5	72.8

Table 4 Efficacy of bacterial antagonistic to controlling Powdery mildew in Melon var. Morrakot in the greenhouse.

Treatments	% Disease incidence of Powdery mildew'					
	1st	2nd	3th	4th	5th	6th
T1 DPD1	8.3	18	13.4	21.4	35.1	69.7
T2 DPD2	3.6	2.9	6.6	13.4	50.4	78.3
T3 DPD3	2.6	6.1	5.0	11.7	52.1	56.8
T4 DPD4	0.3	0.6	1.0	3.3	14.1	59.7
T5 DPD5	0.6	0.9	0.5	1.6	2.3	13.3
T6 DPD6	1.4	3.9	5.2	11.0	34.6	20.7
T7 DPD7	2.6	0.9	1.9	6.6	21.4	28.2
T8 DPD8	0.3	0.0	0.4	0.0	14.1	51.8
T9 DPD 9	0.8	0.8	0.7	4.8	8.5	19.1
T10 DPD10	0.3	0.0	0.1	0.5	3.4	8.7
T11DPD 11	0.2	0.1	0.0	0.4	2.1	8.7
T12DPD 14	0.1	0.0	0.0	0.1	1.3	0.1
T13 DPD15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.4
T14 DPD16	1.0	0.0	0.0	15.9	15.3	29.6
T15 DPD 17	0.0	0.0	0.0	2.0	1.1	7.6
T16 DPD 18	0.0	0.0	0.0	5.3	9.9	9.9
T17DPD 19	0.0	0.0	0.0	3.7	2.8	4.6
T18 DPD 20	0.0	0.0	0.6	9.6	10.3	21.2
T19 DPD 21	0.0	0.0	0.2	6.9	15.6	38.9
T 20 DPD 22	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	1.3
T21 DPD 23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Control	14.7	25.4	31.9	39.2	62.3	85.0

Table 5 Efficacy of bacterial antagonistic to controlling Powdery mildew in Melon var. Green Net in the greenhouse.

Treatments	% Disease incidence of Powdery mildew				
	1st	2nd	3th	4th	5th
T1 DPD 3	0.83ns	3.18a1/	7.79a	19.11a	24.19a
T2 DPD 5	1.00	4.95a	14.83abc	28.45a	33.49a
T3 DPD 14	1.05	6.45a	16.06abc	27.79a	38.24a
T4 DPD 23	1.17	5.43a	18.33abc	32.50ab	46.36ab
T5 DPD 9	0.83	3.95a	15.13abc	24.60a	41.27ab
T6 DPD 22	0.92	7.45a	21.57bc	36.42ab	34.19a
T7 DPD 24	1.08	6.65a	13.94ab	28.59a	34.41a
T8 DPD 25	0.93	5.93a	20.19bc	30.23ab	43.17ab
T9 DPD 11	1.03	5.07a	14.46abc	33.63ab	41.66ab
T10 Control	1.07	15.80b	26.10c	50.85b	78.19b
CV (%)	77.08	43.67	26.35	41.09	38.44

1/ = Means of disease incidence 4 replications. Numbers in a column followed by the same letter are not significantly by DMRT (Duncan's Multiple Range Test). $P \leq 0.01$

Figure 1 Survey of Powdery mildew diseases in Cantaloupe at Sa-Keaw province

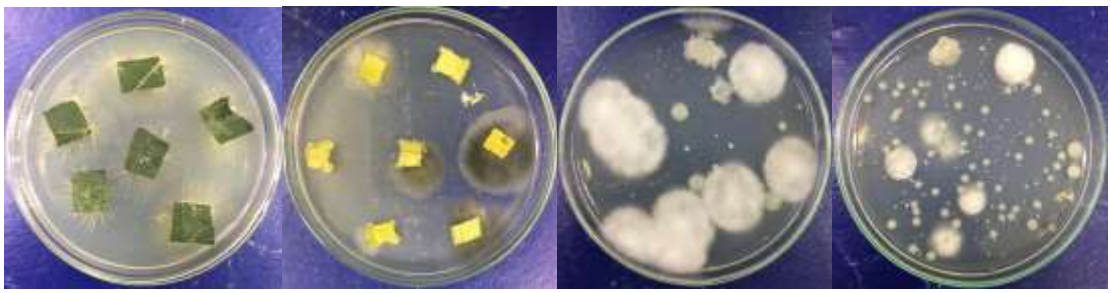
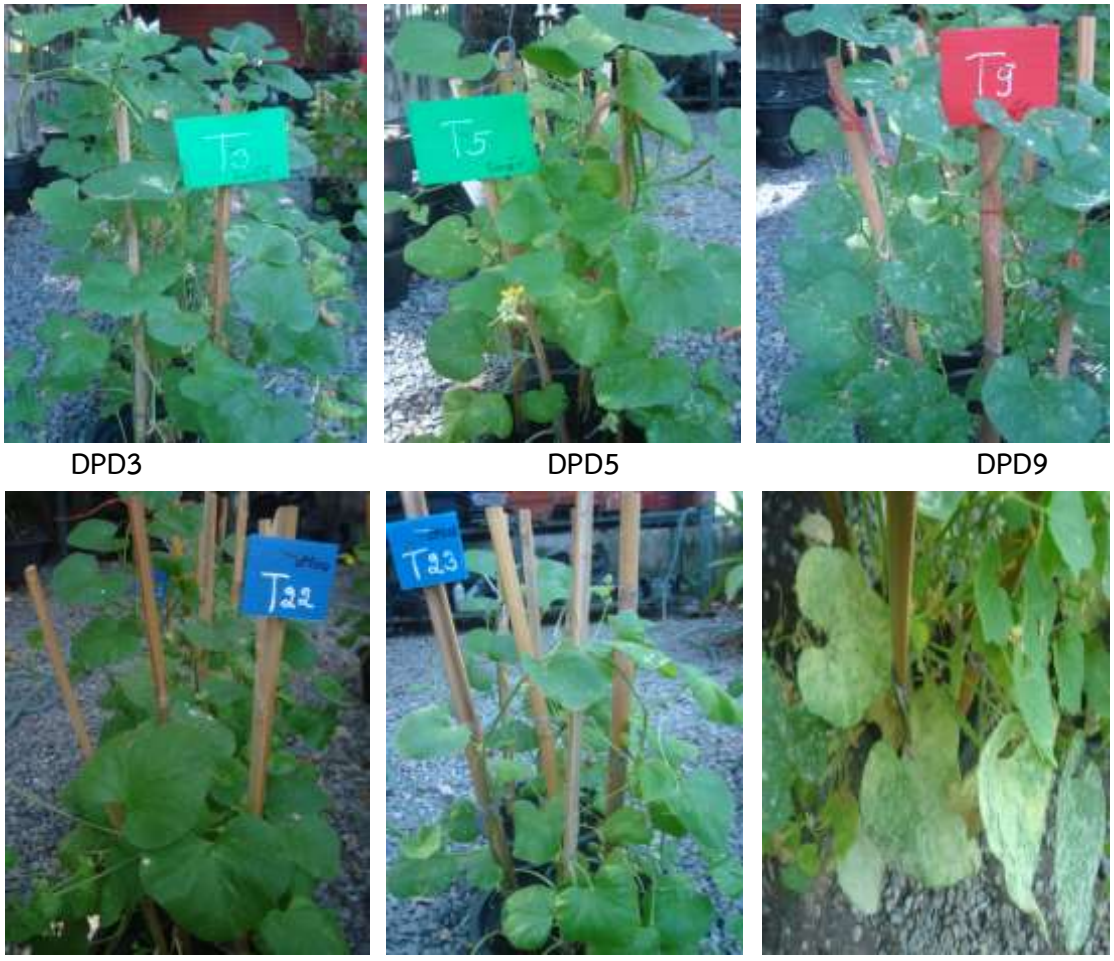


Figure 2 The isolation of antagonistic microorganisms by Tissue transplanting method and Leaf wash technique



DPD3 DPD5 DPD9

DPD24 DPD25 Control

Figure 3 Efficacy of bacterial antagonistic to controlling Powdery mildew in Melon var. Golden sweet

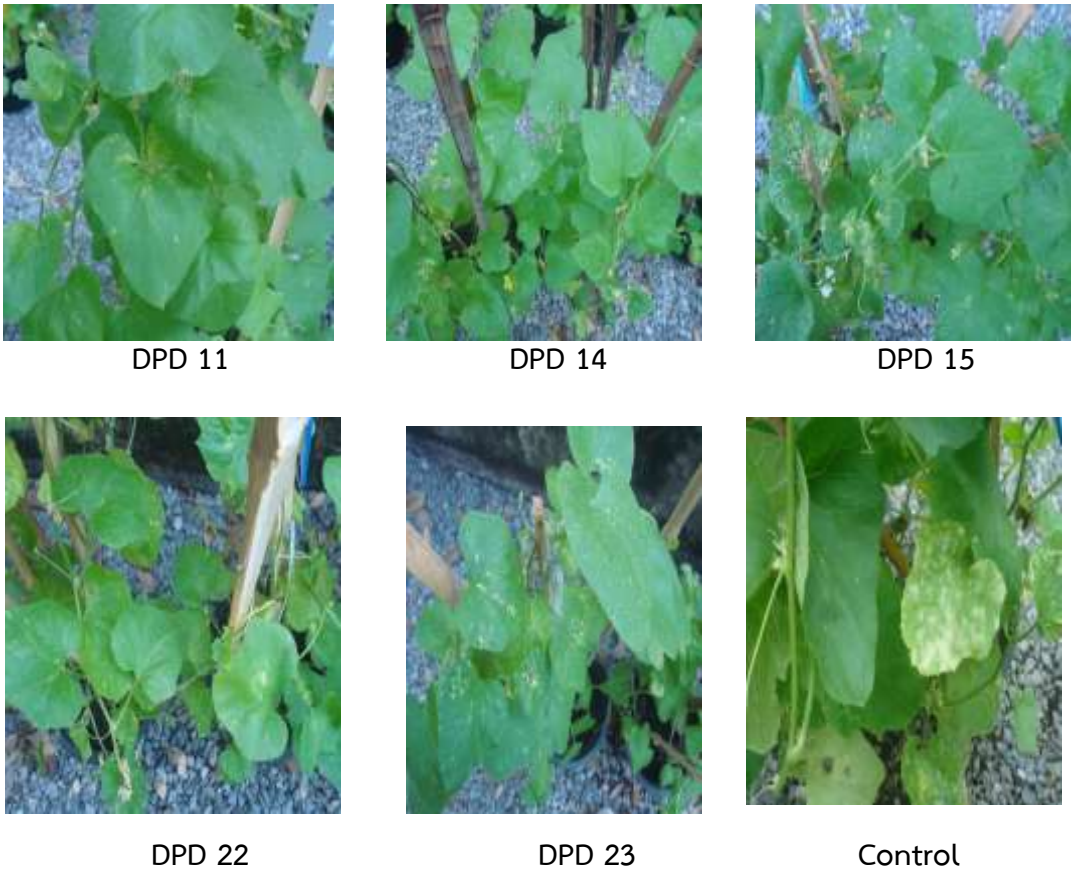


Figure 4 Efficacy of bacterial antagonistic to controlling Powdery mildew in Melon var. Morrakot

Figure 5 Efficacy of bacterial antagonistic to controlling Powdery mildew in Melon var. Green Net

การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว

Selection of Antagonistic Bacteria for Control Bacterial Canker Disease of Lime

กาญจนา ศรีไม้ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล บูรณี พั่ววงษ์แพทย์
ทิพวรรณ กันหาญาติ ดารุณี ปุญญพิทักษ์ รุ่งนภา ทองเครั่ง
กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

140 bacterial isolates were randomly collected from healthy leaves and fruits of lime in Samut Sakhon, Nakhon Pathom, Phetchaburi, Ratchaburi and Suphan Buri provinces. A total of 67 isolates from a field survey and 73 isolates from culture collections were investigated using the disc diffusion method. The result revealed five bacterial isolates of B10, B22, B27, BS-5 and 2G10 with antagonistic ability of *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. All strains were then classified as *Bacillus subtilis* according to morphological characteristics and molecular identification utilizing the 16S rDNA gene analyzed with the GenBank BLAST. Antagonistic potential against lime bacterial canker disease was carried out in greenhouse. Insignificant results between the praying of B27 bacteria and tribasic copper sulfate (34.5% W/V SC) were disclosed with the disease severity index of 32.53 and 31.5 percent, respectively. Application of BS-5, 2G10, B22 and B10 showed 34.10, 34.97, 35.42 and 36.46 percent of disease severity index, respectively, which was lower than control treatment and 42.13 percent.

Keywords : Lime, Canker, Antagonistic bacteria, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*

รหัสการทดลอง 03-05-59-01-02-00-11-62

บทคัดย่อ

เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์รวมทั้งหมด 140 ไอโซเลท โดยแยกจากตัวอย่างใบ และผลของมะนาวของเกษตรกรจังหวัดสมุทรสาคร นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี และสุพรรณบุรี ได้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จำนวน 67 ไอโซเลท และจากคลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์จำนวน 73 ไอโซเลท ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ร่วมกับเชื้อ *Xanthomonas citri* subsp. *citri* ในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี disc diffusion method ได้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ B10, B22, B27, BS-5 และ 2G10 พร้อมจัดจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ โดยอาศัยคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมี และการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rDNA gene กับฐานข้อมูลใน Genbank โดยใช้โปรแกรม BLAST พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์มีความเหมือนกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อ *Bacillus subtilis* หลังจากนั้นทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ สารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ พ่นทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาวในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง พบว่ากรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27 และ กรรมวิธีพ่นสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 32.53 และ 31.50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท BS-5, 2G10, B22 และ B10 มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 34.10, 34.97, 35.42 และ 36.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่พ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อมีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคสูงสุดเท่ากับ 42.13 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก : มะนาว, โรคแคงเกอร์, แบคทีเรียปฏิปักษ์

คำนำ

พืชตระกูลส้มเป็นไม้ผลที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพืชตระกูลส้มเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะมะนาว ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะนาวมีประมาณ 105,000 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 151,085 ตัน คิดเป็นมูลค่า 9,296 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) มะนาวโดยทั่วไปจะอ่อนแอต่อโรคแคงเกอร์มาก โดยเฉพาะมะนาวแป้นรำไพ มะนาวแป้นพวง มะนาวไข่ มะนาวหนัง (*Citrus aurantifolia*) ส่วนมะนาวสายพันธุ์ยุโรป (*Citrus lemon*) จะมีความต้านทานโรคสูงกว่า (ศุภรักษ์, 2557) โรคที่ทำความเสียหาย และเป็นปัญหาหลักของการปลูกมะนาว คือ โรคแคงเกอร์ สาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (=*Xanthomonas campestris* pv. *citri, Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) เชื้อแบคทีเรียนี้ก่อให้เกิดความเสียหายกับแหล่งปลูกพืชตระกูลส้มในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก (Civerolo, 1984; Schubert and Sun., 1996) ซึ่งในประเทศไทย พบว่ามีการระบาดของโรคนี้อย่างกว้างขวาง ทำให้ไม่สามารถส่งผลผลิตออกไปขายยังต่างประเทศได้ เนื่องจากเป็นศัตรูพืชกักกันที่ร้ายแรง (ณัฏฐิมา, 2551) และในหลายประเทศมีกฎระเบียบการนำเข้า เพื่อป้องกันการระบาดของโรคแคงเกอร์อย่างเคร่งครัด โรคนี้พบ

ระบาดมากในเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อน ที่มีอุณหภูมิสูง ฝนตกชุก และแพร่กระจายได้ตามกระแสลม น้ำค้าง ฝน แมลง และมนุษย์ (Civerolo, 1994) สร้างความเสียหายรุนแรง ต่อผลผลิตของมะนาว ลักษณะอาการของโรคที่พบเห็นทั่วไปเป็นแผลจุด ฉ่ำน้ำใส ๆ สีเหลืองนูน และขยายใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ ต่อมาตรงกลางแผลจะตกสะเก็ด ทำให้เกิดยางไหล การเจริญเติบโตช้า กิ่งก้านแห้งตาย ผลมีตำหนิไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และส่งผลให้ราคาผลผลิตต่ำ (วาสนา, 2559) การป้องกันกำจัดโรคพืชมีหลายวิธี ได้แก่ การใช้วิธีการเขตกรรม การกักกันโรคมิให้แพร่ระบาดเข้ามาในแหล่งปลูก การเผาและทำลาย การใช้กิ่งพันธุ์ปลอดโรค และการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรค ในปัจจุบันการป้องกันกำจัดโรคแคงเกอร์นั้น โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้สารเคมีพวกคอปเปอร์ฉีดพ่นในระยะแตกใบ/ยอดออน เป็นประจำอย่างต่อเนื่องทำให้สารประกอบคอปเปอร์ตกค้างในผลิตผลได้ (Humaydan *et al*., 1980) ในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่เริ่มหันมาให้ความสนใจต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมมากขึ้น อีกทั้งรัฐบาลไทยมีการรณรงค์ให้เกษตรกรใช้สารเคมีน้อยลง ปลูกพืชอินทรีย์มากขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิต ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสามารถส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้ ดังนั้นการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธี จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งในการจัดการศัตรูพืช ป้องกันการดื้อต่อสารเคมีกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งลดการตกค้างของสารในอาหาร และนำมาพัฒนาให้มีความเหมาะสมต่อการผลิตมะนาว ที่จะเป็นแนวทางให้เกษตรกรสามารถนำไปเลือกใช้ในอนาคตได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- อุปกรณ์มาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ได้แก่
    1. ตู้เขี่ยเชื้อชนิดปลอดเชื้อ
    2. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ
    3. ตู้อบเครื่องแก้ว (hot air oven)
    4. เครื่องชั่ง
    5. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
    6. เครื่องเขย่า (Shaker)
    7. กล้องจุลทรรศน์
- สารเคมีและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่
    1. Wakimoto’s medium (PSA)
    2. Tryptic Soy Agar (TSA)
    3. Tryptic Soy Broth (TSB)
    4. Nutrient Agar (NA)
    5. ชุดตรวจสำเร็จรูป api 50 CHB
    6. เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 5 ไอโซเลท คือ B10, B22, B27, BS-5 และ 2G10

7. เชื้อ *Xanthomonas citri* subsp. *citri*

8. สารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC

9. ต้นมะนาวแป้นท่ายาง อายุประมาณ 2 ปี

10. ถังพ่นสารชนิดแบบอัดลม

วิธีการ

1. การรวบรวมเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

1.1 การแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จากใบและผล

สุ่มเก็บตัวอย่างใบและผล ของมะนาว มะกรูด หรือส้มโอ ที่ไม่เป็นโรคห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ และเก็บใส่ในถุงพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง บันทึกข้อมูล ชื่อพันธุ์ อายุ ชื่อที่อยู่ของเกษตรกร สถานที่เก็บ วันเดือนปี และพิกัดภูมิศาสตร์ นำเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อการแยกเชื้อ นำใบและผล ของมะนาว มะกรูด หรือส้มโอ จากสวนมะนาวของเกษตรกร มาแยกหาเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ด้วยวิธี leaf wash technique โดยนำใบของ มะนาว มะกรูด หรือส้มโอ ประมาณ 20 ใบต่อตัวอย่าง ใส่ลงขวดรูปชมพู่แล้วเติมน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อให้ท่วมตัวอย่าง สำหรับผลของมะนาว หรือมะกรูด นำผลของมะนาว หรือมะกรูด ประมาณ 2-4 ผล ใส่ลงบีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อให้ท่วมตัวอย่าง นำไปเขย่าที่เครื่องเขย่าความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจึงนำสารแขวนลอยในแต่ละส่วนมาทำให้เจือจางโดยวิธี serial dilution method และดูดสารแขวนลอยที่ความเข้มข้น 10^{-1}-10^{-3} ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยให้กระจายบนอาหาร Tryptic Soy Agar (TSA) ความเข้มข้นละ 2 ซ้ำ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อมีเชื้อเจริญที่บริเวณผิวหน้าอาหาร ทำการบันทึกลักษณะ และเลือกเก็บเชื้อจุลินทรีย์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน ลงบนอาหาร TSA เก็บเชื้อบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

1.2 การฟื้นฟูเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จาก culture collection

นำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จาก culture collection ของกลุ่มงานบักเตรีวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร มาทำการเลี้ยงใหม่บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA โดยใช้ loop แตะเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ แล้ว streak ลงบนผิวหน้าอาหาร TSA บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อมีเชื้อเจริญที่บริเวณผิวหน้าอาหาร นำไป streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA ใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ หลังจากนั้นจึงนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

2. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas citri* subsp. *citri* ในห้องปฏิบัติการ

2.1 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียและเตรียมอาหารทดสอบ

หลอมอาหาร Nutrient Agar (NA) แล้วนำไปแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เทอาหาร NA ลงในจานเลี้ยงเชื้อจานละ 10 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้แข็งตัวเป็น basal layer ใช้ไมโครปิเปต ดูดเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* อายุ 48 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงด้วยเครื่อง

spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ค่าดูดซับคลื่นแสง optical density (O.D.) เท่ากับ 0.2 ปรับค่าความขุ่นของเซลล์ประมาณ 10^8 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 300 ไมโครลิตร ผสมกับอาหาร NA ปริมาตร 7 มิลลิลิตรต่อหลอด ที่หลอมไว้อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส เขย่าด้วย vertex mixer และเททับลงบน basal layer ทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้ง เมื่ออาหารแข็งตัวเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง เตรียมวาง paper disc ต่อไป

2.2 การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* ด้วยวิธี disc diffusion method

นำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้งหมดที่แยกได้จากใบและผลของมะนาว มะกรูด หรือส้มโอ และจาก culture collection ของกลุ่มงานงานบักเตรีวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการ-อารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร มาทดสอบคุณสมบัติการเป็นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* ด้วยวิธี disc diffusion method เตรียมแผ่นกระดาษกรอง Whatman No. 1 ตัดให้เป็นแผ่นกลม (paper disc) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ดูดเซลล์แขวนลอยของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่เตรียมไว้ปริมาตร 10 ไมโครลิตร หยดลงบนกระดาษกรอง จากนั้นใช้ปากคีบลนไฟฆ่าเชื้อ แล้วคีบกระดาษกรองวางลงบน double layer ที่เตรียมไว้ (ข้อ 2.1) โดยวางห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 เซนติเมตร วางจานละ 5 จุด จำนวน 4 ซ้ำ สำหรับชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแทน บ่มที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นทำการวัดความกว้างของบริเวณใส (clear inhibition zone) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตรวจและบันทึกผลการทดลอง คำนวณหาค่าเฉลี่ย พร้อมคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* จำนวน 5 ไอโซเลท นำไปใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว ในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองต่อไป

3. การจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

3.1 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี และฟิสิกส์ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

การจัดจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์เปรียบเทียบกับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ BS-DOA 24 (ณัฏฐิมา และคณะ, 2557) โดยทำการศึกษาลักษณะรูปร่างทางสรีรวิทยาของเชื้อ ทดสอบแกรม การสร้างสปอร์ การย้อมติดสี Malachite green และทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีที่สำคัญที่ใช้ในการจำแนกความแตกต่างของเชื้อแต่ละชนิด โดยศึกษาตามคู่มือ Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition (Logan and De Vos, 2009) , Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria Third Edition (Schaad *et al*., 2001; Zheng *et al*., 2008) ร่วมกับตรวจด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป api® 50 CHB เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์บนอาหาร NA โดยใช้ loop แตะเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ แล้ว streak ลงบนผิวหน้าอาหาร NA บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไปละลายใน 0.85% NaCl ปริมาตร 7 มิลลิลิตร ปรับความเข้มข้นเซลล์ประมาณ 10^8 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร นำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไปทดสอบร่วมกับอาหารของชุดตรวจสำเร็จรูป api® 50 CHB ทำการเช็คผลทุก ๆ 4-6 ชั่วโมง

เป็นเวลา 2 วัน สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหารจากสีแดงเป็นสีเหลือง (ผลบวก) แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใน api*web*™ โดยใช้โปรแกรม API 50 CHB V4.1

3.2 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rDNA gene ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

ทำการเพิ่มปริมาณ 16S rDNA gene ของดีเอ็นเอที่สกัดได้ ใช้ universal primers โดยใช้ปริมาตรรวมในการทำปฏิกิริยา PCR 25 ไมโครลิตร ประกอบด้วยดีเอ็นเอของเชื้อแบคทีเรียความเข้มข้น 100 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร TopTaq Master Mix (QIAGEN Inc., USA) โดยใช้ไพรเมอร์ ชนิดละ 0.5 ไมโครโมล เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ Biometra® (Biometra biomedizinische Analytik GmbH, Germany) กำหนดอุณหภูมิและเวลาให้เริ่มต้นแยกสายดีเอ็นเอแม่แบบ (denaturing) ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบต่อที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วินาที ไพรเมอร์เริ่มต้นจับคู่กับดีเอ็นเอแม่แบบ (annealing) ที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที สังเคราะห์ดีเอ็นเอ (extension) ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที และสังเคราะห์ดีเอ็นเอรอบสุดท้าย (final extension) ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทำปฏิกิริยาขั้นตอนที่ 2-4 เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ทั้งหมด 30 รอบ หยุดปฏิกิริยาที่ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยา PCR มาตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (agarose gel electrophoresis) โดยใช้ 1% agarose ใน 0.5X TBE ใช้กระแสไฟฟ้าที่ค่าความต่างศักย์ 100 โวลต์ เป็นเวลา 25 นาที ย้อมดีเอ็นเอด้วยเอทธิเดียมโบรไมด์ ตรวจดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงอุลตราไวโอเลต ส่งผลผลิต PCR นำไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ แล้วนำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rDNA gene ที่มีรายงานอยู่ใน GenBank

4. การทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว ในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

4.1 การเตรียมต้นมะนาวแป้นท่ายาง

เตรียมวัสดุปลูกมะนาวแป้นท่ายาง ได้แก่ ขุยมะพร้าว (หมักเรียบร้อยแล้ว) จำนวน 600 ลิตร แกลบดิบ จำนวน 150 ลิตร ขี้เถ้าแกลบ จำนวน 50 ลิตร ทราย จำนวน 200 ลิตร และปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 2 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากัน นำวัสดุปลูกใส่กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว สูง 16 นิ้ว หลังจากนั้นปลูกต้นมะนาวแป้นท่ายางลงกระถาง ๆ ละ 1 ต้น เมื่อต้นมะนาวแป้นท่ายางอายุประมาณ 2 ปี นำต้นมะนาวแป้นท่ายางไปทำการทดสอบต่อไป

4.2 การเตรียมเชื้อ *X. citri* subsp. *citri*

เลี้ยงเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* บนอาหาร Nutrient Broth (NB) เขย่าเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำไปหมุนเหวี่ยงเพื่อตกตะกอนเซลล์แขวนลอย ที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนใสทิ้ง จากนั้นละลายเซลล์แขวนลอยด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ค่าดูดกลืนคลื่นแสง optical density (O.D.) เท่ากับ 0.2 ปรับค่าความขุ่นของเซลล์ประมาณ 10^8 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร แล้วทำการปลูก

เชื้อ *X. citri* subsp. *citri* โดยวิธีพ่นเชื้อทดสอบบนต้นมะนาวแป้นท่ายางอายุประมาณ 2 ปี ด้วยถังพ่นสารชนิดแบบอัดลม

4.3 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จำนวน 5 ไอโซเลท บนอาหาร TSA เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้ loop ขูดเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 1 loop ลงในอาหาร Tryptic Soy Broth (TSB) ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เขย่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำไปหมุนเหวี่ยงเพื่อตกตะกอนเซลล์แขวนลอย ที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนใสทิ้ง จากนั้นละลายเซลล์แขวนลอยด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับค่าความขุ่นของเซลล์ประมาณ 10^8 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร เมื่อได้ความเข้มข้นที่ต้องการแล้ว ทำการผสมสารจับใบ (Tween-20) อัตรา 20 ไมโครลิตรต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ก่อนนำไปพ่นให้ทั่วต้นมะนาวแป้นท่ายางด้วยถังพ่นสารชนิดแบบอัดลม

4.4 การดำเนินการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10

กรรมวิธีที่ 2 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B22

กรรมวิธีที่ 3 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27

กรรมวิธีที่ 4 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท BS-5

กรรมวิธีที่ 5 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท 2G10

กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (สารเปรียบเทียบ)

กรรมวิธีที่ 7 พ่นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (ชุดควบคุม)

พ่นเซลล์แขวนลอยของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ลงบนใบมะนาวแป้นท่ายางให้ทั่วต้น (อัตรา 500 มิลลิลิตรต่อต้น) แล้วใช้ถุงพลาสติกพ่นน้ำละอองฝอยคลุมต้นมะนาวแป้นท่ายางทุกยอดของต้น เพื่อเพิ่มความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำถุงพลาสติกออก และทำการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์แต่ละไอโซเลท สารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อตามกรรมวิธี ทำการพ่นทุก ๆ 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง

<u>การบันทึกผลการทดลอง</u>

ตรวจสอบการเกิดโรคแคงเกอร์ก่อนพ่นทุกครั้ง และหลังพ่นครั้งสุดท้าย 7 และ 14 วัน โดยตรวจประเมินเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคจากใบยอด ทำการผูกป้ายในแต่ละยอด โดยเลือกยอดที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เช็คใบที่แสดงอาการของโรค 10 ยอดต่อต้น ประมาณ 100 ใบต่อต้น ดัดแปลงตามวิธีของของ James (1971) โดยแบ่งระดับความรุนแรงของโรคออกเป็น 7 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 ใบไม่แสดงอาการเป็นโรค

ระดับ 1 ใบแสดงอาการเป็นโรค 1-5% ของพื้นที่ใบ
ระดับ 2 ใบแสดงอาการเป็นโรค 6-10% ของพื้นที่ใบ
ระดับ 3 ใบแสดงอาการเป็นโรค 11-25% ของพื้นที่ใบ
ระดับ 4 ใบแสดงอาการเป็นโรค 26-50% ของพื้นที่ใบ
ระดับ 5 ใบแสดงอาการเป็นโรค 51-75% ของพื้นที่ใบ
ระดับ 6 ใบแสดงอาการเป็นโรค 76-100% ของพื้นที่ใบ

หลังจากนั้นนำข้อมูลระดับความรุนแรงของโรคมาคำนวณหาค่าดัชนีความรุนแรงของโรค (Disease Severity Index, DSI)

$$\text{ดัชนีความรุนแรงของโรค (Disease Severity Index, DSI)} = \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนใบแต่ละระดับอาการ X คะแนนของระดับอาการ)}}{\text{จำนวนใบของต้นพืชที่ทดสอบทั้งหมด X คะแนนสูงสุดของระดับอาการ}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจนับจำนวนใบที่เป็นโรค โดยตรวจสอบจากใบยอดลงมาจำนวน 100 ใบต่อต้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความรุนแรงของโรค และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เวลาและสถานที่

- ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2564
- ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนปลูกพืชทดลอง กลุ่มงานบักเตรีวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองในปี 2562

1. การรวบรวมเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

ผลการสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างใบและผลของมะนาว ที่ไม่แสดงอาการของโรคแคงเกอร์จากสวนมะนาวของเกษตรกรจังหวัดสมุทรสาคร นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี และสุพรรณบุรี รวม 25 สวน ได้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จากผิวใบและผลของมะนาว จำนวน 67 ไอโซเลท และจากคลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ (Culture Collection) จำนวน 73 ไอโซเลท รวมทั้งหมด 140 ไอโซเลท และแยกเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ จากสวนมะนาว ตำบลโรงเข้ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1 ไอโซเลท

2. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* ในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ จำนวน 140 ไอโซเลท ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ของมะนาว โดยวิธี disc diffusion

method ได้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* จำนวน 5 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท B22 และ B27 ที่แยกได้จากผิวใบของมะนาว และไอโซเลท B10, BS-5 และ 2G10 จากคลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ (Table 1) โดยมีความกว้างของบริเวณใสตั้งแต่ 7.23-8.65 มิลลิเมตร (Table 2) หลังจากนั้นนำเอาเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 5 ไอโซเลท ไปทดสอบในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองต่อไป

การทดลองในปี 2563

3. การจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

3.1 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี และฟิสิกส์ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมี โดยทำการศึกษาลักษณะรูปร่างทางสรีรวิทยาของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10, B22 และ B27 เปรียบเทียบกับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท มีลักษณะโคโลนีสีขาว สีขาวปนครีม สีครีม ผิวเรียบ ขรุขระ ผิวนูน เป็นเมือกใส รูปร่าง และขนาดไม่แน่นอน (Figure 1) เมื่อนำมาตรวจสอบการติดสีแบบแกรม (gram stain) ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท เซลล์มีรูปร่างเป็นท่อน ติดสีม่วง (แบบแกรมบวก) และเมื่อนำมาย้อมสีเอนโดสปอร์ (endospore staining) ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า พบตำแหน่งของเอนโดสปอร์อยู่ตรงกลางเซลล์ที่ติดสีเขียวของ Malachite green

การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี โดยศึกษาการทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ (motility test) พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยเชื้อมีความขุ่นและเชื้อมีการเจริญแผ่ออกรอบ ๆ นอกแนว stab การทดสอบการย่อยแป้ง (starch hydrolysis) เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท ให้ผลเป็นบวก โดยทำให้อาหารเป็นสีน้ำเงิน ส่วนรอบ ๆ โคโลนีใส ไม่มีสี แสดงถึงความสามารถในการผลิตเอนไซม์อะไมเลสได้ การทดสอบ Catalase ให้ผลบวก เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์สามารถผลิตเอนไซม์คะตะเลส เพื่อย่อยสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้แตกออกเกิดฟองก๊าซออกซิเจนขึ้นทันที การทดสอบบนอาหาร Nitrate, Gelatin, Methyl Red และ Voges-Proskauer ให้ผลบวก ส่วนการใช้ Citrate เป็นแหล่งคาร์บอนในขบวนการ metabolism (citrate test) พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B22 ให้ผลลบ อาหารไม่เปลี่ยนสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน สำหรับการทดสอบการใช้น้ำตาล Maltose, Glucose, Fructose และ Mannitol ให้ผลบวก อาหารเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นสีเหลือง แต่การใช้น้ำตาล Arabinose พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B22 ให้ผลลบ และการใช้น้ำตาล Xylose เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27 ให้ผลลบ ส่วนการทดสอบการเจริญใน NaCl ที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท เจริญได้โดยทำให้อาหารทดสอบขุ่น และการทดสอบการเจริญบนอาหารที่อุณหภูมิ 4-8, 25, 30, 35, 40, 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท ไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 4-8 และ 55 องศาเซลเซียส (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 โดยอาศัยคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา และ

คุณสมบัติชีวเคมี พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท มีคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีที่คล้ายคลึงกันกับเชื้อ*B. subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 ที่ได้มีการจำแนกชนิดเรียบร้อยแล้ว สอดคล้องกับ Shastri *et.al*. (2020) ได้ทำการศึกษาสัณฐานวิทยารวมและชีวเคมี รวมถึงศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์อื่น ๆ เพื่อใช้ในการจัดจำแนกเชื้อแบคทีเรียไอโซเลท S17 ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum falcatum* สาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดงของอ้อย พร้อมวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ 16S rDNA gene พบว่าเป็นเชื้อ *B. subtilis* S17

สำหรับการจัดจำแนกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป api® 50 CHB (BioMerieux, France) พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10 ให้ผลบวก ในการใช้แหล่งคาร์บอน 20 ชนิด ส่วนเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B22 ให้ผลบวก ในการใช้แหล่งคาร์บอน 22 ชนิด และเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27 ให้ผลบวก ในการใช้แหล่งคาร์บอน 25 ชนิด (Table 3) โดยแสดงผลว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท คือ *B. subtilis/amyloliquefaciens* เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Lee *et.al*. (2011) ได้ทำการวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียไอโซเลท S54 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora capsici* และโรคแอนแทรคโนสของพริกที่เกิดจากเชื้อ *Collectotrichum gloeosporioides* ร่วมกับชุด API 50 CHB พบว่าเมื่อทำการทดสอบไอโซเลท S54 ถูกระบุว่าเป็น *B. subtilis* และบุญญวดี และคณะ (2560) ทดสอบการจัดจำแนกชนิดด้วยชุดตรวจสอบ API test kit 50 CHB โดยการใช้โปรแกรม APIWEB ในการวิเคราะห์ พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ 3 ไอโซเลท PN10 DL7 และ DL9 คือ แบคทีเรีย *B. subtillis/ amyloliquefaciens* เช่นเดียวกัน

3.2 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rDNA gene ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rDNA gene ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จำนวน 3 ไอโซเลท คือ B10, B22 และ B27 โดยใช้ sequencing primer sequences คือ 785F 5' (GGA TTA GAT ACC CTG GTA) 3' และ 907R 5' (CCG TCA ATT CMT TTR AGT TT) 3' วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rDNA gene ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใน GenBank ของ National Center for Biotechnology Information (NCBI) โดยใช้โปรแกรม BLAST พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10, B22 และ B27 มีจำนวนนิวคลีโอไทด์ คือ 1,475 bp 1,474 bp และ 1,478 bp ตามลำดับ ซึ่งเหมือนกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อ *B. subtilis* สอดคล้องกับงานของ Huang *et. al*. (2012) ได้นำเชื้อแบคทีเรียจากวัสดุปลูก และดินรอบราก จำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่ TKS1-1, OF3-16, SP4-17, HSP1, WG6-14, TLB7-7 และ WP8-12 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแคงเกอร์ที่เกิดจากเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* มาวิเคราะห์หาลำดับเบส 16S rDNA ระบุว่าทั้ง 7 ไอโซเลท จัดอยู่ในกลุ่ม *Bacillus subtilis* และ Dash *et. al*. (2015) ศึกษาแบคทีเรียสายพันธุ์ BI19 ที่แยกได้ใหม่ เป็นแบคทีเรียที่ผลิตอะไมเลส นำมาวิเคราะห์หาลำดับเบส 16S rDNA พบว่ามีลำดับเบสใกล้เคียงกลุ่ม *Bacillus* sp. ที่สุด เมื่อนำไปเทียบ GenBank ของ National Center for Biotechnology Information ระบุว่าเป็น *Bacillus subtilis* BI19

การทดลองในปี 2564

4. การทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว ในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

ผลการทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาวในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง ทำการพ่นเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* ลงบนต้นมะนาวแป้นท่ายางอายุประมาณ 2 ปี จากนั้นพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* สูงสุดในห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท B10, B22, B27, BS-5, 2G10, สารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC (สารเปรียบเทียบ) และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น 7 กรรมวิธี พ่นทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง พบว่าหลังการพ่นเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* เป็นเวลา 5 วัน ใบมะนาวแป้นท่ายางเริ่มแสดงอาการของโรคแคงเกอร์ โดยอาการเริ่มแรกเป็นจุดสีขาวเล็ก ๆ เป็นรอยด่างที่มีขนาดเล็กมากเท่าหัวเข็มหมุดสีขาวจะเริ่มหนาและนูนเหมือนฟองน้ำ จากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Figure 2) และหลังพ่นครบ 4 ครั้ง พบว่ากรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27 และกรรมวิธีพ่นสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 32.53 และ 31.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท BS-5, 2G10, B22 และ B10 มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 34.10, 34.97, 35.42 และ 36.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่พ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคสูงสุดเท่ากับ 42.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4 และ Figure 3) และหลังจากการหยุดพ่นเป็นเวลา 7 และ 14 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นด้วยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ และสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคแคงเกอร์น้อยกว่า และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จำนวน 140 ไอโซเลท ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ของมะนาว ได้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จำนวน 5 ไอโซเลท คือ B10, B22, B27, BS-5 และ 2G10 โดยมีความกว้างของบริเวณใสตั้งแต่ 7.23-8.65 มิลลิเมตร พร้อมจัดจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ โดยอาศัยคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติชีวเคมี ร่วมกับการตรวจด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป api® 50 CHB และเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์กับฐานข้อมูล NCBI คือ *B. subtilis* สำหรับการทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ สารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาวในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง พ่นทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง พบว่ากรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27 และกรรมวิธีพ่นสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคน้อยที่สุดเท่ากับ 32.53

และ 31.50 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากการหยุดพ่นเป็นเวลา 14 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคแคงเกอร์น้อยกว่ากรรมวิธีพ่นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ

เอกสารอ้างอิง

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. 2551. *โรคแคงเกอร์ของพืชตระกูลส้ม*. เอกสารวิชาการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 82 หน้า.

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. บูรณี พั่ววงษ์แพทย์ ทิพวรรณ กันหาญาติ และรุ่งนภา ทองเครั่ง. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 ในการควบคุมโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากเชื้อ *Ralstonia solanacearum*. *ว. กรมวิชาการเกษตร*. 32(3): 234-251.

บุญญวดี จิระวุฒิ อมรา ชินภูติ และรัตตา สุทธยาคม. 2560. โรคผลเน่าของเงาะหลังการเก็บเกี่ยวและการควบคุมโดยแบคทีเรียปฏิปักษ์. *ว. กรมวิชาการเกษตร*. 35(3): 229-242.

วาสนา กนกหงษ์. 2559. *องค์ความรู้รักษาโรงแคงเกอร์ในมะนาวโดยไม่ต้องใช้สารเคมี*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://namkliang.sisaket.doae.go.th/km/16.%2016.pdf. (18 กุมภาพันธ์ 2560)

ศุภรักษ์ ศุภเอม. 2557. *โรคแคงเกอร์ การจัดการด้วยแนวคิดใหม่*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://limeofpharmacist.blogspot.com/2014/11/blog-post.html. (21 กุมภาพันธ์ 2560)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. *สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2557*. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 240 หน้า.

Civerolo, E.L. 1984. Bacterial canker disease of citrus. *J. Rio Grande Valley Hort*. Assoc. 37: 127-146.

Civerolo, E.L. 1994. Citrus bacterial canker disease in tropical regions, pp. 45-50. *In :* M. Lemattre, S. Freigoun, K. Rudolph, and J.G. Swings, eds. *Proceedings of the 8th International, Conference on Plant Pathogenic Bacteria*., June 9-12, 1992, Institut National de la Recherche Agronomique, Paris (France)

Dash, B. K., Rahman, M. M., and Sarker, P. K. 2015. Molecular identification of a newly isolated *Bacillus subtilis* BI19 and optimization of production conditions for enhanced production of extracellular amylase. *BioMed Research International*. 1-9.

Huang, T. P., Tzeng, D.D.S., Wong, A.C., Chen, C.H., Lu, K.M., Lee, Y.H., Huang, W.D., Hwang, B.F. and Tzeng, K.C. 2012. DNA polymorphisms and biocontrol of Bacillus antagonistic to citrus bacterial canker with indication of the interference of phyllosphere biofilms. *PLoS One*. 7(7): e42124.

Humaydan, H.S., G.E. Harman., B.L. Nedrow. and L.v. Dinitto. 1980. Eradication of *Xanthomonas campestris* the causal agent of black rot from Brassica seeds with antibiotic and sodium hypochlorite. *Phytopathology*. 70: 127-131.

Lee, G. W., Kim, M. J., Park, J. S., Chae, J. C., Soh, B. Y., Ju, J. E. and Lee, K. J. 2011. Biological control of Phytophthora blight and anthracnose disease in red-pepper using *Bacillus subtilis* S54. *Research in Plant Disease*. 17(1): 86-89.

Logan, N.A. and P. De Vos. 2009. Genus I. Bacillus, pp. 21-128. *In*: P. De Vos, G. Garrity, D. Jones, N.R. Krieg, W. Ludwig, F.A. Rainey, K.-H. Schleifer and W. Whitman, eds. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Three The Firmicutes*. Springer, New York.

Schubert, T.S. and X. Sun. 1996. Bacterial Citrus Canker. *Plant Pathology Circular*. 377:1-6.

Schaad, N.W., J.B. Jones. and W. Chun. 2001. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. APS Press, Minnessota, USA. 373 p.

Shastri, B., Kumar, R. and Lal, R.J. 2020. Isolation and Identification of antifungal metabolite producing endophytic *Bacillus subtilis* (S17) and its in vitro effect on *Colletotrichum falcatum* causing red rot in sugarcane. *Vegetos*. 33(3): 493-503.

Zheng, Y.G., Chen, J., Liu, Z.Q., Wu, M.H., Xing, L.Y. and Shen, Y.C. 2008. Isolation identification and characterization of *Bacillus subtilis* ZJB-063 a versatile nitrile-converting bacterium. *Applied microbiology and biotechnology*. 77(5): 985-993.

Table 1 Sources of 5 isolates antagonistic bacteria showed the high percentage of growth inhibition as *Xanthomonas citri* subsp. *Citri.*

isolate	source
B10	Rhizosphere from Ratchaburi
B22	phylloplane bacteria of healthy lime leaf from Samut Sakhon
B27	phylloplane bacteria of healthy lime leaf from Phetchaburi
BS-5	Culture collection
2G10	Culture collection

Table 2 Antagonistic bacteria isolates that showed clear inhibition zone of growth against *Xanthomonas citri* subsp. *citri* on nutrient agar at 48-72 hours.

Antagonistic bacteria	Clear inhibition zone (mm.)
	X. citri subsp. *citri*
B10	8.41
B22	7.44
B27	8.65
BS-5	7.36
2G10	7.23

Table 3 Characters for distinguishing between *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 and other thermotolerant species of the genus *Bacillus.*

Characteristics	Isolates			
	B10	B22	B27	BS-DOA 24
Spore shape	rod	rod	rod	rod
Spore position	central	central	central	central
Gram staining	+	+	+	+
Motility test	+	+	+	+
Starch hydrolysis;	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+
Nitrate reduction	+	+	+	+
Utilization of citrate	+	-	d	+
Gelatin	+	+	+	+
Methyl Red	+	+	+	+
Voges-Proskauer	+	+	+	+
Acid from: Arabinose	d	-	+	+
Mannitol	+	+	+	+
Maltose	+	d	+	+
Xylose	d	d	-	d
Fructose	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	+

Table 3 Characters for distinguishing between *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 and other thermotolerant species of the genus *Bacillus.*

Characteristics	Isolates			
	B10	B22	B27	BS-DOA 24
Growth in 3% NaCl	+	+	+	+
Growth in 5% NaCl	+	+	+	+
Growth in 7% NaCl	+	+	+	+
Growth in 10% NaCl	+	+	+	d
Growth at 4-8 °C	-	-	-	-
Growth at 25 °C	+	+	+	+
Growth at 30 °C	+	+	+	+
Growth at 35 °C	+	+	+	+
Growth at 40 °C	+	+	+	+
Growth at 45 °C	+	+	+	+
Growth at 50 °C	+	+	+	+
Growth at 55 °C	-	-	-	-
API 50 CHB	*B. subtilis/ amyloliquefaciens*	*B. subtilis/ amyloliquefaciens*	*B. subtilis/ amyloliquefaciens*	-

Symbols: -, 90% or more of strains are negative; +, 90% or more of strains are positive; d, 11-89% of strains are positive (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition (Logan and De Vos, 2009) and Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria Third Edition (Schaad *et al*., 2001)

Table 4 Efficiency for antagonistic bacteria to controlling bacterial canker disease of lime was conducted in greenhouse.

Treatment	Disease Severity Index (%)					
	spray 7 days	spray 14 days	spray 21 days	spray 28 days	35 days	42 days
1 Antagonistic bacteria of B10	19.20 ab[1/]	23.67 ab	31.01 ab	36.46 ab	39.96 ab	44.80 ab
2 Antagonistic bacteria of B22	20.40 ab	28.00 ab	30.21 ab	35.42 ab	38.81 ab	42.57 ab
3 Antagonistic bacteria of B27	18.67 ab	23.34 ab	29.55 ab	32.53 a	36.60 ab	40.03 a
4 Antagonistic bacteria of BS-5	18.27 ab	24.59 ab	30.57 ab	34.10 ab	40.27 ab	43.18 ab
5 Antagonistic bacteria of 2G10	21.47 ab	26.87 ab	31.45 ab	34.97 ab	41.17 ab	45.30 ab
6 tribasic coppersulfate 34.5% W/V SC (40 ml/20L)	16.37 a	21.79 a	28.85 a	31.50 a	35.65 a	39.67 a
7 Sterile Water (control)	22.90 b	30.68 b	39.19 b	42.13 b	46.20 b	51.03 b
CV (%)	24.72	20.67	21.61	18.45	17.71	16.99

[1/] Column means not followed by the same letter are significantly different at the level of 95% by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

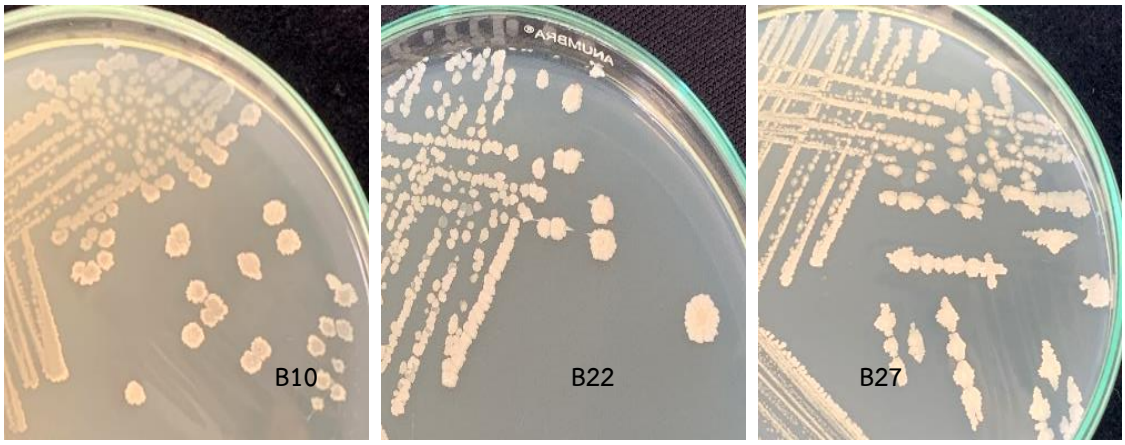


Figure 1 Colonies of antagonistic bacteria on Nutrient Agar at 48 hours

Figure 2 Infected lime leaves showing typical symptoms of bacterial canker disease at 5 days

A. Symptoms of bacterial canker disease on the front leaves

B. Symptoms of bacterial canker disease on the back leaves

Figure 3 Efficiency to lime bacterial canker disease was conducted in greenhouse by spraying

A. Antagonistic bacteria of B10

B. Antagonistic bacteria of B22

C. Antagonistic bacteria of B27

D. Antagonistic bacteria of BS-5

E. Antagonistic bacteria of 2G10

F. tribasic coppersulfate 34.5% W/V SC (40 ml/20L)

G. Sterile Water (control)

ศึกษาวิธีการผลิตขยายด้วงเต่าสตีธอรัส *Stethorus pauperculus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) และประสิทธิภาพในการควบคุมไรศัตรูพืช

Study on Mass Production and Effectiveness of *Stethorus pauperculus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) for Controlling Mite Pests

วีระชัย สมศรี[1/] อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล[2/] ณพชรกร ธไภษัชย์[1/] อิทธิพล บรรณาการ[1/]
พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์[3/] พลอยชมพู กรวิภาสเรือง[1/] อทิติยา แก้วประดิษฐ์[1/]
[1/]กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]สำนักงานเกษตรจังหวัดกาญจนบุรี กรมส่งเสริมการเกษตร
[3/]ผู้เชี่ยวชาญด้านศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Stethorus pauperculus (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) is a common coccinellid predator feeding upon numerous species of mites in Thailand. The objectives of this study were to exploration on the biology of predator *S. pauperculus*, mass rearing techniques, efficacy to control *Tetranychus truncatus* (Ehara) and impact of insecticide on *S. pauperculus*. The observation on biology of predator were recorded on mite hosts i.e. *T. truncatus*, *Tetranychus kanzawai* (Kishida), *Oligonychus biharensis* (Hirst) and *Eutetranychus africanus* (Tucker). The biology of *S. pauperculus* passes through four stages viz, egg, larvae, pupae and adults. The average of predator from egg to adult is 14.54-16.67 days. The highest longevity of female predator was 65.69 days and highest number of eggs was 343.62 eggs were reared by *T. truncatus*. The predation rate of fourth instar larva of *S. pauperculus* consumed *O. biharensis* eggs with the lowest rate at 61.50 eggs/day. The predation rate of *S. pauperculus* to *T. kanzawai* was highest at 54.60 mites/day. Whereas the predator consumed the lowest number of *T. truncatus* at 7.70 mites/day. “Silatong” Thai (Hybrid) Pumpkin was increased the number of *T. truncatus* in light laboratory condition. The efficiency of the *S. pauperculus* against *T. truncatus* in greenhouse condition. The result showed that *S. pauperculus* fed on *T. truncatus* in the rate of 1:10 within 10 days, 1:25 within 14 days and 1:100 within 14 days. However, at the rate 1:50 were found a stable number of *T. truncatus* after 10 days releases. The negative effect of pesticide on *S. pauperculus*

รหัสการทดลอง 03-05-59-02-01-00-26-61

by using a spray method. We found that acaricide was a low toxicity to all stages of the *S. pauperculus* except pyridaben 20% (WP) was moderate toxicity on the larva stage. Moreover, only fenbutatin oxide 50% (SC) that was no toxic on adult predators and white oil that was slightly toxic to all stages of *S. pauperculus*.

Keywords : *Stethorus pauperculus* (Weise), biology, mass rearing, efficiency, pesticide

บทคัดย่อ

ด้วงเต่าสตีธอรัส *Stethorus pauperculus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) เป็นตัวห้ำที่สามารถกินไรศัตรูพืชได้หลายชนิด พบทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย มีประสิทธิภาพในการกินเหยื่อได้ดี การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบข้อมูลพื้นฐาน ทั้งชีววิทยา นิเวศวิทยา เทคนิควิธีการเพาะเลี้ยง ประสิทธิภาพในการควบคุมไรแดงหม่อน *Tetranychus truncatus* Ehara ในสภาพโรงเรือน และผลกระทบของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อด้วงเต่าสตีธอรัสมีการเจริญเติบโต 7 ระยะ คือ ไข่ หนอน จำนวน 4 วัย ดักแด้ และตัวเต็มวัย เมื่อเลี้ยงด้วยไรแดงหม่อน ไรแมงมุมคันซาวา (*Tetranychus kanzawai* Kishida) และไรแดงแอฟริกัน (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) ใช้เวลาในการเจริญเติบโตจากไข่จนเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 14.54-16.67 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุยาวสุดเฉลี่ย 65.69 วัน และวางไข่ตลอดชีวิตได้มากที่สุด 343.62 ฟอง เมื่อเลี้ยงด้วยไรแดงหม่อน และประสิทธิภาพของหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 กินไข่ของไรแดงมันสำปะหลัง (*Oligonychus biharensis* (Hirst)) ได้น้อยที่สุด กินได้เฉลี่ย 61.50 ฟองต่อวัน กินตัวอ่อนของไรแมงมุมคันซาวา ได้มากที่สุด เฉลี่ย 54.60 ตัวต่อวัน แต่กินตัวเต็มวัยของไรแดงหม่อนได้น้อยที่สุดเฉลี่ย 7.70 ตัวต่อวัน การเลี้ยงเพิ่มปริมาณไรแดงหม่อนในฟักทองพันธุ์ศิลาทองสามารถเลี้ยงไรแดงหม่อนได้ดีที่สุดในห้องที่มีแสงสว่าง การทดสอบประสิทธิภาพของด้วงเต่าสตีธอรัส ในการควบคุมไรแดงหม่อนในสภาพโรงเรือน พบว่าหลังปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัสต่อไรแดงหม่อนในอัตรา 1:10 สามารกินไรแดงหม่อนหมดใน 10 วัน อัตรา 1:25 สามารถกินไรแดงหม่อนหมดใน 14 วัน อัตรา 1:100 ปริมาณไรแดงหม่อนมีแนวโน้วที่เพิ่มขึ้นหลังจาก 7 วัน แต่การปล่อยอัตรา 1:50 พบว่าปริมาณไรแดงหม่อนมีปริมาณคงที่หลังจาก 10 วัน จากการทดสอบผลของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อด้วงเต่าสตีธอรัส โดยวิธีสเปรย์โดนตัว พบว่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มสารป้องกันกำจัดไรศัตรูพืช มีพิษต่ำต่อทุกระยะการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสตีธอรัส มีเพียงสาร pyridaben 20%WP ที่มีพิษปานกลางกับระยะตัวอ่อน ส่วนกลุ่มของสารกำจัดแมลงจะมีเพียงสาร fenbutatin oxide 50% SC ที่ไม่มีพิษต่อระยะตัวเต็มวัย และ white oil 67% EC ที่มีพิษต่ำต่อในทุกระยะการเจริญเติบโต

คำหลัก : ด้วงเต่าสตีธอรัส *Stethorus pauperculus* (Weise) ชีววิทยา เทคนิควิธีการเพาะเลี้ยง ประสิทธิภาพ สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

คำนำ

ไรศัตรูพืชที่มีความสำคัญมาก มีรายงานการระบาดทำความเสียหายพืชเศรษฐกิจหลายชนิด รวมทั้งไม้ดอกและไม้ประดับ มักจะทำลายพืชด้วยการดูดกินน้ำเลี้ยง อยู่ที่ใบหรือผล อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และสร้างเส้นใยขึ้นปกคลุมกลุ่มไข่ ตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ไรแมงมุมที่เป็นศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นไรแมงมุมที่อยู่ในวงศ์ย่อย Tetranychinae ชนิดที่สำคัญได้แก่ ไรศัตรูมันสำปะหลัง *Tetranychus truncatus* Ehara, *T. kanzawai* Kishida, *Oligonychus biharensis* (Hirst) ไรศัตรูมะนาว *Eutetranychus africanus* (Tucker) (วัฒนาและคณะ, 2544)

ศัตรูธรรมชาติของไรศัตรูพืชมีหลายชนิด มีความสามารถในการกินเหยื่อ และการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ สมหมาย (2545) พบด้วงเต่าในสกุล *Stethorus* 6 ชนิด ได้แก่ *Stethorus indira* Kapur, *Stethorus pauperculus* (Weise), *Stethorus rani* Kapur, *Stethorus siphonulus* Kapur, *Stethorus tetranychi* Kapur, *Stethorus vinsoni* Kapur ซึ่งเป็นตัวห้ำของไรศัตรูพืช ตัวอ่อนทุกวัยและตัวเต็มวัยของด้วงตัวห้ำสามารถกินไรได้ปริมาณมากและรวดเร็ว นอกจากนั้นยังกินแมลงตัวเล็ก ๆ ชนิดอื่น ๆ ได้ด้วย เช่น เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง

ด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* เป็นตัวห้ำที่สามารถกินไรศัตรูพืชได้หลายชนิด พบอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ทั้งในพืชไร่ ไม้ผล มีประสิทธิภาพในการกินเหยื่อได้ดี (อัจฉราภรณ์และคณะ, 2558) สำหรับการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ยังไม่มีรายงานการผลิตเป็นการค้า และการศึกษาเกี่ยวกับด้วงชนิดนี้ยังมีน้อยมาก เพราะส่วนใหญ่วิธีการผลิตขยายศัตรูธรรมชาติเป็นปริมาณมาก มักถูกปิดเป็นความลับ เนื่องจากถูกผลิตขายเป็นการค้า เช่น ด้วงเต่าในสกุล *Stethorus* ได้แก่ *S. punctillum* และ *S. punctipes*

ดังนั้น การศึกษาวิธีการผลิตขยายด้วงเต่าสตีธอรัส *Stethorus pauperculus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) และประสิทธิภาพในการควบคุมไรศัตรูพืช จึงมีความสำคัญที่ทำให้ทราบข้อมูลทั้งชีววิทยา นิเวศวิทยา ศักยภาพ และผลของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* และทราบเทคนิควิธีการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* เป็นปริมาณมาก เพื่อประโยชน์ในการป้องกันกำจัดโดยชีววิธีและวิธีผสมผสาน รวมทั้งการอนุรักษ์ด้วงชนิดนี้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการคือ เพื่อทราบข้อมูลพื้นฐาน ทั้งชีววิทยา นิเวศวิทยา เทคนิควิธีการเพาะเลี้ยง ประสิทธิภาพในการควบคุมไรแดงหม่อน *T. truncatus* ในสภาพเรือนทดลองและผลของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ มีต่อด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus*

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. พ่อแม่พันธุ์ด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus*
2. พ่อแม่พันธุ์ไรแดงหม่อน *T. truncatus*

3. พ่อแม่พันธุ์ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai*

4. พ่อแม่พันธุ์ไรแดงแอฟริกัน *E. africanus*

5. พ่อแม่พันธุ์ไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis*

6. สำลี

7. ถาดพลาสติก

8. ไฟฟลูออเรสเซ็นต์

9. ใบหม่อน

10. กล่องพลาสติกขนาด 5.5×7.5×3 เซนติเมตร

11. ผลฟักทอง พันธุ์ทองอำไพ, ลาย และศิลาทอง

12. กล้องจุลทรรศน์

13. เรือนทดลอง

14. มันสำปะหลัง

15. สารทดสอบจำนวน 14 ชนิด ประกอบด้วย thiamethoxam, dinotefuran, prothiofos, thiamethoxam/lamda-cyhalathrin, white oil, imidacloprid, malathion, omethoate, pyridaben, amitraz, fenbutatin oxide, spiromesifen, cyflumetofen, bifenazate

16. กระบอกตวง

17. เครื่อง TLC sprayer

วิธีการ

1. ศึกษาชีววิทยาของด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus*

1.1. การศึกษาชีววิทยาด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ในการกินไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ

1.1.1. การเลี้ยงเพิ่มปริมาณไรแดงหม่อน *T. truncatus* ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* ไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* และไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* ในห้องปฏิบัติการ โดยเลี้ยงบนใบพืชอาศัยของไรแต่ละชนิด และวางอยู่บนสำลีชุ่มน้ำในถาดพลาสติก หล่อน้ำถาดเลี้ยงตลอดเวลา และวางบนชั้นใต้แสงไฟฟลูออเรสเซ็นต์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ในห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ 27 $\pm$2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% RH. เพื่อให้ไรเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณ จนมากเพียงพอ

1.1.2. การศึกษาชีววิทยาด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* โดยนำตัวเต็มวัยเพศเมียของด้วงเต่าสตีธอรัส ที่เลี้ยงไว้ใส่ลงบนใบหม่อน จำนวน 40-50 ตัว ทิ้งไว้ให้วางไข่ 3-4 ชั่วโมง นำไข่ที่ได้มาแยกเลี้ยงเดี่ยว ๆ บนใบหม่อน ที่มีไรแต่ละชนิดอยู่แล้ว วางบนแผ่นสำลีชุ่มน้ำในกล่องพลาสติก กล่องละ 1 ฟอง บันทึกระยะเวลาการเจริญเติบโตทุก ๆ 24 ชั่วโมง จากระยะไข่ ตัวอ่อนวัยต่าง ๆ จนเป็นตัวเต็มวัย ย้ายด้วงเต่าตัวห้ำเพศผู้ที่เลี้ยงไว้ใส่ลงไปบนใบให้ผสมพันธุ์กับด้วงเต่าสตีธอรัสเพศเมีย บันทึกจำนวนไข่และการตายของตัวเมียที่เกิดขึ้นทุก ๆ 24 ชั่วโมง จนกระทั่งตัวเมียตาย ย้ายไข่ที่ตัวเมียแต่ละตัวผลิตได้ทั้งหมดแยกออกรวมไว้ บันทึกจำนวนลูกที่ฟักออกเป็นเพศเมีย คำนวณอัตราส่วนทางเพศ (sex ratio) อัตราการขยายพันธุ์สูงสุด (intrinsic rate of increase, r_m) อัตราการขยายพันธุ์สุทธิในชั่วอายุขัย

(net reproductive rate, R_0) ทำการทดลองละ 50 ตัว ในแต่ละชนิดของเหยื่อ ได้แก่ ไรแดงหม่อน *T. truncatus* ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* ไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* และไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis*

1.2. การทดสอบประสิทธิภาพหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

1.2.1. การทดสอบประสิทธิภาพหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินระยะไข่ของไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 10 ซ้ำ มี 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไรแดงหม่อน *T. truncatus* ระยะไข่

กรรมวิธีที่ 2 ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* ระยะไข่

กรรมวิธีที่ 3 ไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* ระยะไข่

กรรมวิธีที่ 4 ไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* ระยะไข่

นำไข่ไรศัตรูพืชทั้ง 4 ชนิด ๆ ละ 200 ฟอง ใส่ลงบนใบพืชอาหารของไรชนิดนั้น ๆ ที่มีขนาด 2×2 เซนติเมตร แล้วใส่ลงกล่องพลาสติกขนาด 5.5×7.5×3 เซนติเมตร ปล่อยหนอนด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* วัย 4 ลงในกล่อง กล่องละ 1 ตัว ทิ้งไว้ให้กินไข่ของไรศัตรูพืชนาน 48 ชั่วโมง 10 ซ้ำ

1.2.2. การทดสอบประสิทธิภาพหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินระยะตัวอ่อนของไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 20 ซ้ำ มี 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไรแดงหม่อน *T. truncatus* ระยะตัวอ่อน

กรรมวิธีที่ 2 ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* ระยะตัวอ่อน

กรรมวิธีที่ 3 ไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* ระยะตัวอ่อน

กรรมวิธีที่ 4 ไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* ระยะตัวอ่อน

นำตัวอ่อนไรศัตรูพืชทั้ง 4 ชนิดๆละ 100 ตัว ใส่ลงบนใบพืชอาหารของไรชนิดนั้นๆ ที่มีขนาด 2×2 เซนติเมตร แล้วใส่ลงกล่องพลาสติกขนาด 5.5×7.5×3 เซนติเมตร ปล่อยหนอนด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* วัย 4 ลงในกล่อง กล่องละ 1 ตัว ทิ้งไว้ให้กินตัวอ่อนของไรศัตรูพืชนาน 48 ชั่วโมง ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

1.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินระยะตัวเต็มวัยของไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 20 ซ้ำ มี 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไรแดงหม่อน *T. truncatus* ระยะตัวเต็มวัย

กรรมวิธีที่ 2 ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* ระยะตัวเต็มวัย

กรรมวิธีที่ 3 ไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* ระยะตัวเต็มวัย

กรรมวิธีที่ 4 ไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* ระยะตัวเต็มวัย

นำตัวเต็มวัยไรศัตรูพืชทั้ง 4 ชนิด ๆ ละ 100 ตัว ใส่ลงบนใบพืชอาหารของไรชนิดนั้น ๆ ขนาด 2×2 เซนติเมตร แล้วใส่ลงกล่องพลาสติกขนาด 5.5×7.5×3 เซนติเมตร ปล่อยหนอนด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* วัย 4 ลงในกล่อง กล่องละ 1 ตัว ทิ้งไว้ให้กินตัวเต็มวัยของไรศัตรูพืชนาน 48 ชั่วโมง

บันทึกจำนวนไข่ ระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัยของไรศัตรูพืชที่ถูกหนอนด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* วัย 4 กิน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

2. ศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* (2562)

2.1. ศึกษาชนิดไรอาหารที่เหมาะสมบนผลฟักทอง

ทำการเพาะขยายพันธุ์ไรอาหารของด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ได้แก่ ไรแดงหม่อน *T. truncatus* บนผลฟักทอง โดยปล่อยไรอาหารพ่อแม่พันธุ์ลงบนผลฟักทองพันธุ์ต่าง ๆ ซ้ำ ๆ ละ 50 ตัว ทิ้งให้ไรอาหารเพิ่มปริมาณประชากรบนผลฟักทอง 1 สัปดาห์ จากนั้นนับจำนวนไร ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.2. ทดสอบอัตราส่วนพ่อแม่พันธุ์และเหยื่อที่เหมาะสมในการเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus*

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1. ด้วงเต่าสตีธอรัส 40 ตัวต่อไรอาหาร 1000 ตัว (1:25)

กรรมวิธีที่ 2. ด้วงเต่าสตีธอรัส 20 ตัวต่อไรอาหาร 1000 ตัว (1:50)

กรรมวิธีที่ 3. ด้วงเต่าสตีธอรัส 13 ตัวต่อไรอาหาร 1000 ตัว (1:75)

กรรมวิธีที่ 4. ด้วงเต่าสตีธอรัส 10 ตัวต่อไรอาหาร 1000 ตัว (1:100)

กรรมวิธีที่ 5. ด้วงเต่าสตีธอรัส 8 ตัวต่อไรอาหาร 1000 ตัว (1:125)

กรรมวิธีที่ 6. ด้วงเต่าสตีธอรัส 0 ตัวต่อไรอาหาร 1000 ตัว

ปล่อยไรอาหารและด้วงเต่าสตีธอรัสพ่อแม่พันธุ์ลงบนผลฟักทอง ทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ ตรวจนับจำนวนไรอาหารและด้วงเต่าสตีธอรัสใต้กล้องจุลทรรศน์ หลังปล่อย 2 และ 3 สัปดาห์

3. ประสิทธิภาพของด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ในการควบคุมไรแดงหม่อน *T. truncatus* ในสภาพเรือนทดลอง (2563)

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ มี 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1. ด้วงเต่าสตีธอรัส 10 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:10)

กรรมวิธีที่ 2. ด้วงเต่าสตีธอรัส 4 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:25)

กรรมวิธีที่ 3. ด้วงเต่าสตีธอรัส 2 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:50)

กรรมวิธีที่ 4. ด้วงเต่าสตีธอรัส 1 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:100)

กรรมวิธีที่ 5. ด้วงเต่าสตีธอรัส 0 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว

นำไรแดงหม่อน *T. truncatus* ใส่ลงบนมันสำปะหลังต้นละ 100 ตัว ซ้ำละ 2 ต้น ปล่อยให้ไรแดงหม่อนเพิ่มปริมาณเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นปล่อยตัวเต็มวัยด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ในอัตราส่วนตามกรรมวิธี สุ่มใบมันสำปะหลังจำนวน 2 ใบย่อยต่อต้น ตรวจนับจำนวนไรแดงหม่อนด้วยแว่นขยายกำลังขยาย 10 เท่า หลังปล่อย 3, 5, 7, 10 และ 14 วัน

4. ศึกษาผลกระทบของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* (2564)

เตรียมสารทดสอบจำนวน 14 ชนิด ประกอบด้วย thiamethoxam, dinotefuran, prothiofos, thiamethoxam/lamda-cyhalathrin, white oil, imidacloprid, malathion, omethoate, pyridaben, amitraz, fenbutatin oxide, spiromesifen, cyflumetofen, bifenazate ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้ในมันสำปะหลัง ตามอัตราความเข้มข้นที่แนะนำตามฉลาก

นำด้วงเต่าสตีธอรัสระยะไข่ และตัวอ่อน วางบนใบหม่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ใบละ 10 ตัว/ซ้ำ ให้ได้รับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยพ่นด้วยเครื่อง TLC sprayer หลังพ่น 1 ชั่วโมง ย้ายไข่ และตัวอ่อนด้วงเต่าสตีธอรัส ใส่ใบหม่อนใบใหม่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ที่มีไรแดงหม่อนเพื่อเป็นอาหารให้กับตัวอ่อนด้วงเต่าสตีธอรัสจำนวนใบละ 1 ตัว (เพื่อลดการกินกันเองของด้วงเต่าสตีธอรัสกรณีไรอาหารหมด)

นำตัวเต็มวัยด้วงเต่าสตีธอรัสใส่กล่องพลาสติก ขนาด 5×7 เซนติเมตร กล่องละ 10 ตัว ให้ได้รับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยพ่นด้วยเครื่อง TLC sprayer หลังพ่น 1 ชั่วโมง ย้ายด้วงเต่าสตีธอรัส ใส่กล่องใบใหม่ที่มีไรแดงหม่อนเพื่อเป็นอาหารให้กับด้วงเต่าสตีธอรัส เพื่อหาความเป็นพิษ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 15 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1. thiamethoxam 25% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 2. dinotefuran 10% WP อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 3. prothiofos 50% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 4. thiamethoxam/lamda-cyhalathrin 24.7% ZC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 5. white oil 67% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 6. imidacloprid 70% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 7. malathion 83% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 8. omethoate 50% SL อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 9. pyridaben 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 10. amitraz 20% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 11. fenbutatin oxide 50% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 12. spiromesifen 24% SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 13. cyflumetofen 20% W/V SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 14. bifenazate 48% W/V SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 15. ไม่พ่นสาร

- บันทึกจำนวนตายของด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ระยะไข่ ระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัย หลังถูกพ่นสารเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
- จัดกลุ่มความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ทำให้ด้วงเต่าสตีธอรัสตาย ตามวิธีของ Hassan (1994) ดังนี้

ไม่มีพิษ (harmless) มีเปอร์เซ็นต์ตาย < 30%

มีพิษน้อย (slightly harmful) มีเปอร์เซ็นต์ตาย 30- 79%

มีพิษปานกลาง (moderately harmful) มีเปอร์เซ็นต์ตาย 80- 99%

มีพิษร้ายแรง (harmful) มีเปอร์เซ็นต์ตาย > 99%

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2561 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2564

สถานที่ ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลองของกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ศึกษาชีววิทยาของด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* (2561)

ด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* มีระยะการเจริญเติบโต 7 ระยะ คือ ระยะไข่ หนอนวัย 1 หนอนวัย 2 หนอนวัย 3 หนอนวัย 4 ดักแด้ และตัวเต็มวัย ด้วงเต่าสตีธอรัสเพศเมียที่กินไรแดงหม่อน ไรแมงมุมคันซาวา และไรแดงแอฟริกัน ใช้เวลาในการเจริญเติบโตจากไข่จนเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ยนาน 14.54, 16.00 และ 16.67 วัน ตามลำดับ ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุยืนยาวเฉลี่ย 65.69, 42.13 และ 14.00 วัน ตามลำดับ การเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ แสดงตาม Table 1 ตัวเต็มวัยเพศเมียระยะก่อนวางไข่เฉลี่ย 4.00, 2.50 และ 4.33 วัน ตามลำดับ ระยะวางไข่เฉลี่ย 60.23, 37.00 และ 4.00 วัน ตามลำดับ และระยะหลังวางไข่เฉลี่ยนาน 1.38, 2.63 และ 5.67 วัน ตามลำดับ (Table 1) วางไข่ได้ทั้งหมดประมาณ 343.62, 93.38 และ 7.67 ฟองต่อตัว ตามลำดับ เฉลี่ยวันละ 4.85, 2.40 และ 0.61 ฟองต่อตัว ตามลำดับ (Table 2) อัตราการขยายพันธุ์สุทธิในชั่วอายุขัย (R_0) มีค่า 178.68, 37.35 และ 1.15 ตามลำดับ อัตราการเพิ่มประชากร (r_m) มีค่า 0.10, 0.09 และ 0.01 ตามลำดับ และผลิตลูกได้สุทธิ (λ) 1.27, 1.24 และ 1.01 ตัวต่อวัน ตามลำดับ ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (G) 50.55, 38.82 และ 26.39 วัน ตามลำดับ ไข่ที่วางได้ทั้งหมดของตัวเมียแต่ละตัวมีสัดส่วนของลูกที่ฟักเป็นเพศเมียเท่ากับ 0.28, 0.37 และ 0.14 ตามลำดับ (Table 3) จะเห็นได้ว่า อัตราการเพิ่มประชากร (r_m) ของด้วงเต่าสตีธอรัสที่กินไรแดงหม่อน และไรแมงมุมคันซาวาใกล้เคียงกัน แต่อัตราการขยายพันธุ์สุทธิในชั่วอายุขัย (R_0) ในด้วงเต่าสตีธอรัสที่กินไรแดงหม่อนมากกว่าไรแมงมุมคันซาวาถึง 141.33 (Table 3) เนื่องจากตัวเต็มวัยเพศเมียที่กินไรแดงหม่อนมีช่วงเวลาการวางไข่ยาวนานกว่าในไรแมงมุมคันซาวา 23.23 วัน (Table 1) จำนวนไข่ที่ตัวเต็มวัยเพศเมียวางได้เฉลี่ยต่อวันมากกว่า 2.45 ฟองต่อวัน และจำนวนไข่ที่ตัว

เต็มวัยเพศเมียวางได้เฉลี่ยต่อตัวมากกว่า 250.24 ฟองต่อตัว (Table 2) จะเห็นได้ว่า อัตราการเพิ่มประชากร (r_m) มีปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง 2 ปัจจัยด้วยกันคือ ระยะเวลาในการเจริญเติบโต และอัตราการวางไข่ (Snell, 1978; Wrensch, 1985)

การทดสอบประสิทธิภาพของหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ

การทดสอบประสิทธิภาพของหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ระยะไข่ พบว่า หนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 สามารถกินไข่ของไรแดงหม่อน *T. truncatus* ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* และไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* ได้เฉลี่ย 136.35, 138.50 และ 159.11 ฟองต่อวัน ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* สามารถกินได้เฉลี่ย 61.50 ฟองต่อวัน (Table 4)

การทดสอบประสิทธิภาพของหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ระยะตัวอ่อน พบว่า หนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 สามารถกินตัวอ่อนของไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* ได้เฉลี่ย 54.60 ตัวต่อวัน มากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไรแดงหม่อน *T. truncatus* ไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* และไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* ที่กินได้ 42.70, 46.79 และ 29.18 ตัวต่อวัน ตามลำดับ (Table 4)

การทดสอบประสิทธิภาพของหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ระยะตัวเต็มวัย พบว่า หนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 สามารถกินตัวเต็มวัยของ ไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* และไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* ได้เฉลี่ย 19.05, 14.10 และ 17.47 ตัวต่อวัน ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไรแดงหม่อน *T. truncatus* สามารถกินได้เฉลี่ย 7.70 ตัวต่อวัน (Table 2)

2. ศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* (2562)

ศึกษาพันธุ์ฟักทองที่เหมาะสมในการเลี้ยงเพิ่มปริมาณไรแดงหม่อน

วางแผนการทดลองแบบ 3×2 factorial in RCB มี 3 ซ้ำ ดำเนินการทดสอบโดยปล่อยไรแดงหม่อน *T. truncatus* บนผลฟักทอง ตามกรรมวิธีต่าง ๆ ทั้งในห้องสว่างและห้องมืด ทิ้งให้ไรเพิ่มปริมาณประชากรบนผลฟักทอง 1 สัปดาห์ จากนั้นนับจำนวนไรใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า กรรมวิธีที่ปล่อยไรแดงหม่อนจำนวน 600 ตัวบนผลฟักทองพันธุ์ศิลาทองในห้องสว่างมีปริมาณไรแดงหม่อนเฉลี่ย 1,709 ตัว มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (Table 5) ส่วนการทดสอบในห้องมืดไม่พบความแตกต่างทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี (Table 6)

3. ประสิทธิภาพของด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ในการควบคุมไรแดงหม่อน *T. truncatus* ในสภาพเรือนทดลอง (2563)

จากการทดลองหลังจากปล่อยด้วงเต่าวันที่ 3 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่ามีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 35.13 - 73.139 ตัว น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกรรมวิธีไม่ปล่อยด้วงเต่า ที่มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 102.38 ตัว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่า พบว่า กรรมวิธีที่ 1. ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 10 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:10) มี

ไรแดงหม่อนเฉลี่ย 35.13±6.26 ตัว ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี แต่กรรมวิธีที่ 2 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 4 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:25) กรรมวิธีที่ 3 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 2 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:50) และกรรมวิธีที่ 4 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 1 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:100) มีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 56.13±4.85, 65.50±4.01 และ 73.13±3.65 ตัว ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 7)

จากการทดลองหลังจากปล่อยด้วงเต่าวันที่ 5 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่ามีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 13.25-66.13 ตัว น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกรรมวิธีไม่ปล่อยด้วงเต่า ที่มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 138.38±8.05 ตัว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่า พบว่า กรรมวิธีที่ 1. ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 10 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:10) มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 13.25±3.09 ตัว ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับทุกกรรมวิธี และเพิ่มขึ้นตามกรรมวิธีที่ 2 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 4 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:25) กรรมวิธีที่ 3 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 2 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:50) และกรรมวิธีที่ 4 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 1 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:100) มีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 35.38±3.51, 52.00±3.79 และ 66.13±3.46 ตัว ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 7)

จากการทดลองหลังจากปล่อยด้วงเต่าวันที่ 7 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่ามีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 1.38-61.25 ตัว น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกรรมวิธีไม่ปล่อยด้วงเต่า ที่มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 226.00±15.86 ตัว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่า พบว่า กรรมวิธีที่ 1. ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 10 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:10) และกรรมวิธีที่ 2 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 4 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:25) มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 1.38±1.38 และ 15.88±1.30 ตัว ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกรรมวิธีที่ 3 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 2 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:50) และกรรมวิธีที่ 4 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 1 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:100) ที่มีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 42.25±4.55 และ 61.25±2.58 ตัว ตามลำดับ (Table 7)

จากการทดลองหลังจากปล่อยด้วงเต่าวันที่ 10 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่ามีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 0.00-66.75 ตัว น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกรรมวิธีไม่ปล่อยด้วงเต่า ที่มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 322.38±21.33 ตัว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่า พบว่า กรรมวิธีที่ 1. ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 10 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:10) และกรรมวิธีที่ 2 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 4 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:25) มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 0.00±0.00 และ 1.25±1.25 ตัว ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกรรมวิธีที่ 3 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 2 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:50) และกรรมวิธีที่ 4 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 1 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:100)

ที่มีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 33.25±3.72และ 66.75±2.68 ตัว ตามลำดับ ซึ่งกรรมวิธีที่ 3 มีจำนวนไรแดงหม่อนน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกรรมวิธีที่ 4 (Table 7)

จากการทดลองหลังจากปล่อยด้วงเต่าวันที่ 14 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่ามีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 0.00-75.25 ตัว น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกรรมวิธีไม่ปล่อยด้วงเต่า ที่มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 440.50±29.03 ตัว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ปล่อยด้วงเต่า พบว่า กรรมวิธีที่ 1. ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 10 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:10) กรรมวิธีที่ 2 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 4 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:25) และกรรมวิธีที่ 3 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 2 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:50) มีไรแดงหม่อนเฉลี่ย 0.00±0.00, 0.00±0.00 และ 25.63±4.25 ตัว ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ และกรรมวิธีที่ 4 ปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 1 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:100) ที่มีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 75.25±1.52 ตัว (Table 7)

การทดสอบประสิทธิภาพของด้วงเต่าสตีธอรัส ในการควบคุมไรแดงหม่อนในมันสำปะหลังในสภาพโรงเรือน โดยการปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัสในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าเมื่อปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัสในอัตรส่วน 1:10 หลังจากปล่อยด้วงเต่าเป็นเวลา 10 และ 14 วัน และปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัสในอัตราส่วน 1:25 หลังจากปล่อยด้วงเต่าเป็นเวลา 14 วัน ทำให้ไรแดงหม่อนหมดไปจากแปลง ซึ่งทำให้ด้วงเต่าสตีธอรัสไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เนื่องจากขาดอาหาร และเมื่อปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัสในอัตรส่วน 1:100 หลังจากปล่อยด้วงเต่าเป็นเวลา 10 และ 14 วัน มีจำนวนไรแดงหม่อนเฉลี่ย 66.75±2.68 และ 75.25±1.52 ตัว ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้วที่จะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัสในอัตรส่วน 1:50 หลังจากปล่อยด้วงเต่าเป็นเวลา 10 และ 14 วัน มีจำนวนไรแดงหม่อนคงที่ ดังนั้นการปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัสในอัตรส่วน 1:50 จึงเป็นจำนวนการปล่อยที่เหมาะสมเพื่อให้ด้วงเต่าสตีธอรัสสามารถดำลงชีวิตอยู่ได้โดยที่ไม่ขาดอาหาร เป็นอัตราส่วนที่มีความสมดุลระหว่างด้วงเต่าสตีธอรัสกับไรแดงหม่อน (Table 7)

4. ศึกษาผลกระทบของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* (2564)

จากการทดลองผลของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* โดยวิธีสเปรย์โดนตัว พบว่า

ระยะไข่

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ไม่มีพิษต่อระยะไข่ด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ได้แก่ pyridaben 20%WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร amitraz 20% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร spiromesifen 24% SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร cyflumetofen 20% W/V SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และbifenazate 48% W/V SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งทั้งหมดเป็นสารป้องกันกำจัดไร (Table 8)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษระดับ 2 ได้แก่ imidacloprid 70% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร dinotefuran 10% WP อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร white oil 67% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร fenbutatin oxide 50% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร omethoate 50% SL อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งทั้งหมดเป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 1)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษระดับ 3 ได้แก่ malathion 57% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร thiamethoxam 25% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และprofenofos 50% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งทั้งหมดเป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 8)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษระดับ 4 ได้แก่ thiamethoxam/lamda-cyhalathrin 24.7% ZC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งทั้งหมดเป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 8)

ระยะตัวอ่อน

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษระดับ 2 ได้แก่ amitraz 20% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร bifenazate 48% W/V SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร spiromesifen 24% SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร cyflumetofen 20% W/V SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดไร และ white oil 67% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 8)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษระดับ 3 ได้แก่ pyridaben 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นสารป้องกันกำจัดไร และ fenbutatin oxide 50% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 8)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษระดับ 4 ได้แก่ imidacloprid 70% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร dinotefuran 10% WP อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร malathion 57% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร thiamethoxam 25% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร thiamethoxam/ lamda-cyhalathrin 24.7% ZC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร omethoate 50% SL อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร profenofos 50% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งทั้งหมดเป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 8)

ระยะตัวเต็มวัย

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ไม่มีพิษต่อระยะตัวเต็มวัยด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ได้แก่ bifenazate 48% W/V SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร cyflumetofen 20% W/V SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร spiromesifen 24% SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดไรและ fenbutatin oxide 50% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 8)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษระดับ 2 ได้แก่ pyridaben 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร amitraz 20% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดไร และ white oil 67% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 1)

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษระดับ 3 ได้แก่ imidacloprid 70% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร dinotefuran 10% WP อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร malathion 57% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

thiamethoxam 25% WG อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร thiamethoxam/lamda-cyhalathrin 24.7% ZC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร omethoate 50% SL อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และprofenofos 50% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งทั้งหมดเป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (Table 8)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* มีระยะการเจริญเติบโตทั้งหมด 7 ระยะ คือ ระยะไข่ หนอนวัย 1 หนอนวัย 2 หนอนวัย 3 หนอนวัย 4 ดักแด้ และตัวเต็มวัย เมื่อเลี้ยงด้วยไรแดงหม่อน ไรแมงมุมคันซาวา และไรแดงแอฟริกันจะใช้เวลาในการเจริญเติบโตจากไข่จนเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 14.54-16.67 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุยืนยาวมากที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยไรแดงหม่อน เฉลี่ย 65.69 วัน และวางไข่ตลอดชีวิตได้มากที่สุด 343.62 ฟอง การทดสอบประสิทธิภาพของหนอนด้วงเต่าสตีธอรัสวัย 4 ในการกินไข่ของไรศัตรูพืช พบว่าสามารถกินไข่ของไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* ได้น้อยที่สุด กินได้เฉลี่ย 61.50 ฟองต่อวัน กินตัวอ่อนของไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* ได้มากที่สุด เฉลี่ย 54.60 ตัวต่อวัน และกินตัวเต็มวัยของไรแดงมันสำปะหลัง *O. biharensis* ไรแมงมุมคันซาวา *T. kanzawai* และไรแดงแอฟริกัน *E. africanus* ได้เฉลี่ย 19.05, 14.10 และ 17.47 ตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่กินไรแดงหม่อน *T. truncatus* ได้น้อยเฉลี่ย 7.70 ตัวต่อวัน การเลี้ยงเพิ่มปริมาณไรแดงหม่อนในฟักทองพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า ฟักทองพันธุ์ศิลาทองสามารถเลี้ยงไรแดงหม่อนได้ดีที่สุดในห้องที่มีแสงสว่าง ส่วนการเลี้ยงในห้องมืดไม่พบความแตกต่างของฟักทองแต่ละพันธุ์ การทดสอบประสิทธิภาพของด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* ในการควบคุมไรแดงหม่อน *T. truncatus* ในสภาพเรือนทดลอง พบว่าหลังปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 10 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:10) ด้วงเต่าจะกินไรแดงหน่อนหมดใน 10 วัน แต่การปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 4 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:25) ด้วงเต่าจะกินไรแดงหน่อนหมดใน 14 วัน ส่วนกรรมวิธีปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 1 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:100) ปริมาณไรแดงมีแนวโน้วที่เพิ่มขึ้น หลังจาก 7 วัน แต่การปล่อยด้วงเต่าสตีธอรัส 2 ตัวต่อไรแดงหม่อน *T. truncatus* 100 ตัว (1:50) พบว่าปริมาณไรแดงหม่อนมีปริมาณคงที่หลังจาก 10 วัน จากการทดลองผลของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อด้วงเต่าสตีธอรัส *S. pauperculus* โดยวิธีสเปรย์โดนตัว พบว่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มสารป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชได้แก่ pyridaben 20% WP, amitraz 20% EC, spiromesifen 24% SC, cyflumetofen 20% W/V SC, และ bifenazate 48% W/V SC มีพิษต่ำต่อทุกระยะการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสตีธอรัส แต่จะมีเพียงสาร pyridaben 20% WP ที่มีพิษปานกลางกับระยะตัวอ่อนของด้วงเต่าสตีธอรัส ส่วนกลุ่มของสารกำจัดแมลงจะมีเพียงสาร fenbutatin oxide 50% SC ที่ไม่มีพิษต่อด้วงเต่าระยะตัวเต็มวัย และ white oil 67% EC ที่มีพิษต่ำต่อด้วงเต่าสตีธอรัส ในทุกระยะการเจริญเติบโต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณอิทธิพล บรรณาการ นักกีฏวิทยาชำนาญการ กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง ที่ให้ความอนุเคราะห์จำแนกชนิดของด้วงเต่าสตีธอรัส ขอขอบคุณผู้ช่วยนักวิจัย คุณเจริญ เหลือทรัพย์ เจ้าหน้าที่ กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นไปตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

จุรีรัตน์ รัตนทิพย์ นุชรีย์ ศิริ และอังศุมาลย์ จันทราปัตย์. 2551. ประสิทธิภาพการห้ำของด้วงเต่า *Stethorus* spp. ต่อไรสองจุด *Tetranychus urticae* Koch. ว. วิทย์. กษ. 39(3) (พิเศษ). น. 226-229.

ฉัตรชัย ศฤงฆไพบูลย์ มานิตา คงชื่นสิน วัฒนา จารณศรี และเทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2537. การศึกษาวงจรชีวิตและปริมาณไข่ของตัวห้ำ *Stethorus pauperculus* (Weise) ที่กินไรแดงอ้อย *Oligonychus simus* Baker and Pritchard. หน้า 213-227. *ใน* รายงานผลการค้นคว้าปี 2537. กลุ่มงานอนุกรมวิธานและวิจัยไร. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ฉัตรชัย ศฤงฆไพบูลย์ มานิตา คงชื่นสิน เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และวัฒนา จารณศรี. 2538. การศึกษาประสิทธิภาพในการกินไรแดงอ้อย *Oligonychus simus* Baker and Pritchard ของแมลงตัวห้ำ *Stethorus pauperculus* (Weise) ในห้องปฏิบัติการ. หน้า 201-224. *ใน* รายงานผลการค้นคว้าปี 2538. กลุ่มงานอนุกรมวิธานและวิจัยไร. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มานิตา คงชื่นสิน. 2544. ศัตรูธรรมชาติของไรและการควบคุมไรศัตรูพืชโดยชีววิธี. *ใน* ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 192 หน้า.

สมหมาย ชื่นราม. 2545. ด้วงเต่าในประเทศไทย. กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 211 หน้า.

อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล อิทธิพล บรรณาการ พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2558. ประสิทธิภาพการกินของด้วงเต่าตัวห้ำสตีธอรัส *Stethorus pauperculus* (Weise) ต่อไรแมงมุม. หน้า 22-33. *ใน* การประชุมสัมมนาวิชาการอารักขาพืชประจำปี 2558, 24-27 สิงหาคม 2558. ณ โรงแรมระยองรีสอร์ท ต.เพ อ.เมือง จ.ระยอง

Chazeau, J. 1985. Predaceous insects. pp. 211-246. *In*: Helle, W., Sabelis, M.W. (Eds.), Spider Mites; Their Biology, Natural Enemies, and Control, Vol. B. Elsevier, Amsterdam.

Hassan, S. A. 1994. Activities of the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organism". *In* Pesticides and Beneficial Organism. (ed., Vogt H.), *IOBC/WPRS* Bulletin, 17: 1-5.

Table 1 Life cycle of *S. pauperculus* feeding mites in laboratory at temperature 27.50±1.05ºC, relative humidity 45.30±7.27%RH.

Stage	Mean ± S.D. of time (Days)		
	T. truncatus	*T. kanzawai*	*E. africanus*
egg	3.00±0.00	3.88±0.35	4.00±1.00
1st instar larva	1.31±0.48	2.13±0.35	2.00±1.00
2nd instar larva	2.15±0.38	2.13±0.35	2.33±0.58
3rd instar larva	1.85±0.55	2.00±0.00	1.67±0.58
4th instar larva	2.00±0.58	1.50±0.53	2.33±0.58
Pupa	4.23±0.73	4.38±0.52	4.33±0.58
pre- lay egg	4.00±1.68	2.50±0.76	4.33±0.58
lay egg	60.23±28.35	37.00±23.38	4.00±3.00
post- lay egg	1.38±2.26	2.63±3.78	5.67±9.81
Life cycle (egg- adult)	14.54±1.50	16.00±0.00	16.67±1.15
Lifespan of adult female	65.69±0.73	42.13±25.65	14.00±10.15
Lifespan of adult male	61.83±16.55	45.80±24.91	17.70±7.72

Table 2 Number of *S. pauperculus* eggs laying when fed on mites.

Mites pest	Number of eggs/days Mean ± S.D. (eggs)	Number of eggs/ individuals Mean ± S.D. (eggs)	Hatching rate Mean ± S.D. (%)
T. truncatus	4.85±1.34	343.62±177.79	27.44±9.16
T. kanzawai	2.40±0.80	93.38±53.13	37.55±32.98
E. africanus	0.61±0.70	7.67±8.33	13.73±23.77

Table 3 Life table of *S. pauperculus* feeding mites

Parameters	Mites		
	T. truncatus	*T. kanzawai*	*E. africanus*
Net reproductive rate (R_0)	178.68	37.35	1.15
Intrinsic rate of natural increase (r_m)	0.10	0.09	0.01
Generation time (G)	50.55	38.82	26.39
finite rate of increase (λ)	1.27	1.24	1.01
Sex ratio	1: 2.17	1: 0.80	1: 0.25
Female ratio in F_1 (♀/♀+♂)	0.28	0.37	0.14

Table 4 Efficacy of 4th instar larva of *S. pauperculus* feeding mites.

Mites	Number of mites each stage (per day)		
	Eggs	Larva	Adult
T. truncatus	136.35b	42.70b	7.70a
T. kanzawai	138.50b	54.60c	14.10b
O. biharensis	61.50a	46.79b	19.05c
E. africanus	159.11b	29.18a	17.47bc
CV (%)	45.80	32.70	48.70

Table 5 Number of *T. truncates* rearing on pumpkins under light room.

Pumpkins (A)	Mean of *T. truncates*		A-Mean
	Number of *T. truncates* release (B)		
	200	600	
Tong aum pai (ทองอำไพ)	316.5	809.4	563.0 b
Laai (ลาย)	269.9	508.9	389.4 b
Si la tong (ศิลาทอง)	521.3	1562.1	1041.7 a
B-Mean	369.2 b	960.1 a	664.7

Table 6 Number of *T. truncates* rearing on pumpkins under dark room.

Pumpkins (A)	Mean of *T. truncates*		A-Mean
	Number of *T. truncates* release (B)		
	200	600	
Tong aum pai (ทองอำไพ)	392.5	468.3	430.4 a
Laai (ลาย)	252.3	462.0	357.1 a
Si la tong (ศิลาทอง)	333.0	393.8	363.4 a
B-Mean	325.9 a	441.4 a	383.6

Table 7 The number of *T. truncatus* found on cassava before and after the release of the *S. pauperculus*.

Ratio of *S. pauperculus / T. truncates*	Number of *T. truncatus* per cassava					
	Before	After				
		3 Days	5 Days	7 Days	10 Days	14 Days
1:10	78.38 a[1/]	35.13 bC[2/]	13.25cE	1.38 dC	0.00 dD	0.00 dC
1:25	83.75 a	56.13 bB	35.38 cD	15.88 dC	1.25 eD	0.00 eC
1:50	80.00 a	65.50 bB	52.00 cC	42.25 cdB	33.25 efC	25.63 fC
1:100	80.00 a	73.13 bcB	66.13 cdB	61.25 dB	66.75 cdB	75.25 abB
Unrelease	78.00 e	102.38 eA	138.38 dA	226.00 cA	322.38 bA	440.50 aA

[1/] The mean followed by the same letter in the same row were not statistically significantly different at the 95% confidence level by the DMRT.

[2/] The mean followed by the same letter in the same column were not statistically significantly different at the 95% confidence level by the DMRT.

Table 8 Percent mortality of egg and larva of *Stethorus pauperculus* (Weise) by spray method, after 96-h in egg stage and 48-h in larva stage exposure to fresh residual of 14 pesticides.

Pesticides	IOBC[1/] category		
	Egg	Larva	Adult
acaricides			
pyridaben 20% WP	1	3	2
amitraz 20% EC	1	2	2
bifenazate 48% W/V SC	1	2	1
spiromesifen 24% SC	1	2	1
cyflumetofen 20% W/V SC	1	2	1
insecticides			
imidacloprid 70% WG	2	4	4
dinotefuran 10% WP	2	4	4
malathion 83% EC	3	4	4
white oil 67% EC	2	2	2
thiamethoxam 25% WG	3	4	4
thiamethoxam/lamda-cyhalathrin 24.7% ZC	4	4	4
fenbutatin oxide 50% SC	2	3	1
omethoate 50% SL	2	4	4
prothiofos 50% EC	3	4	4
water	1	1	1

[1/] 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30-79%), 3 = moderately harmful (80-99%), 4 = harmful (>99%) (Hassan, 1994)

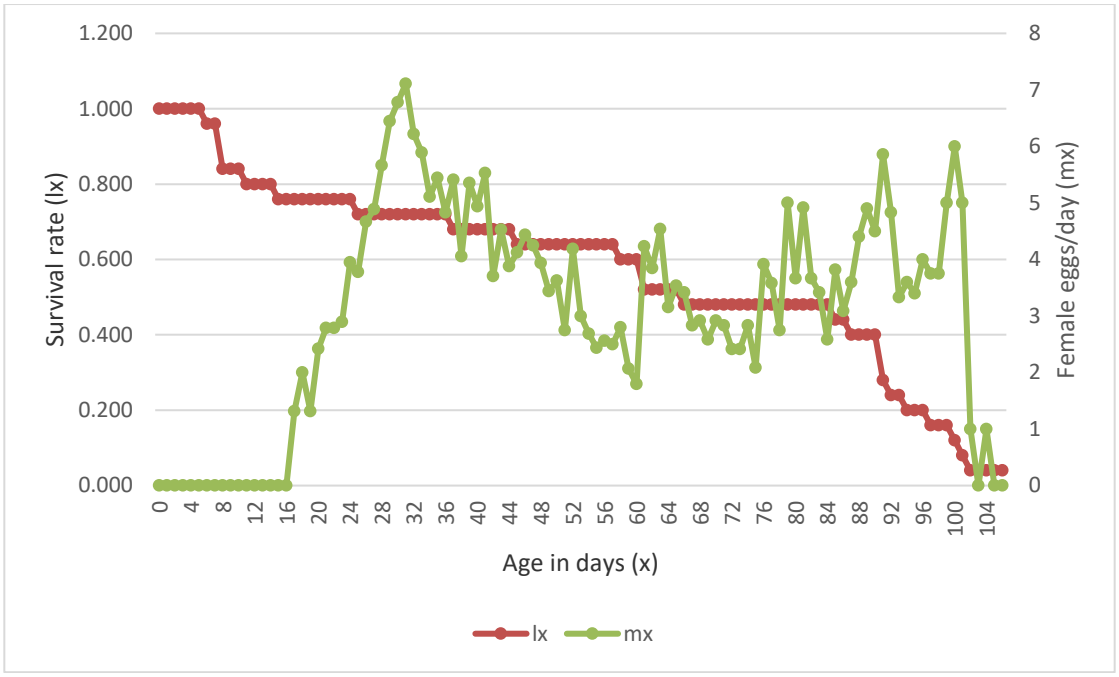


Figure 1 Survival rate and egg-laying rate of *S. pauperculus* fed on *T. truncates*

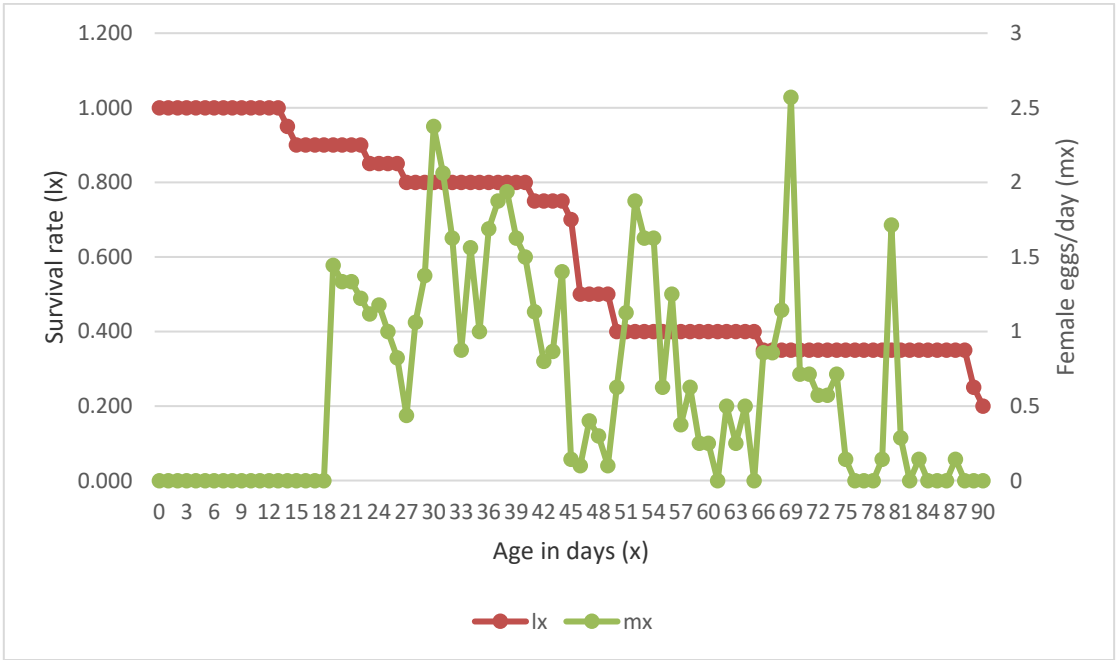


Figure 2 Survival rate and egg-laying rate of *S. pauperculus* fed on *T. kanzawai*

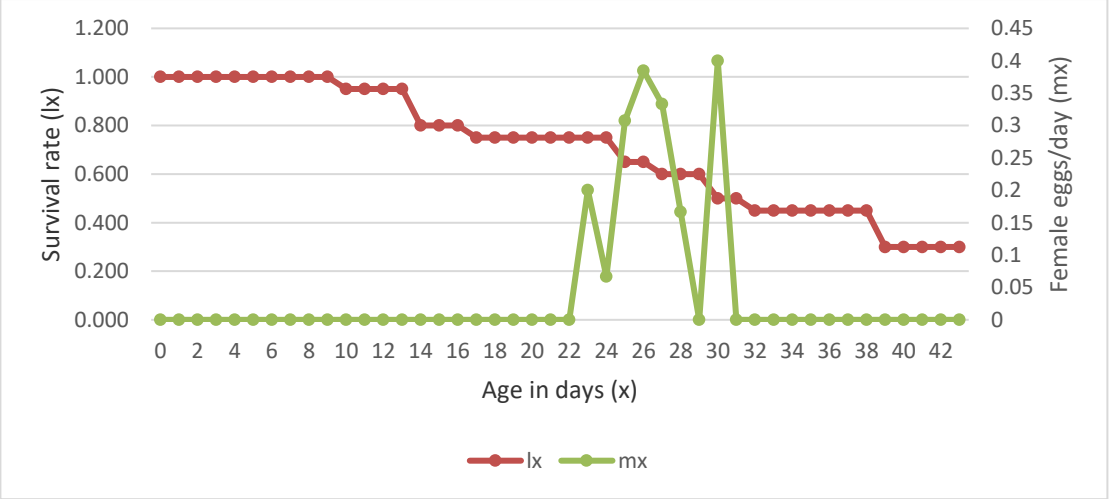


Figure 3 Survival rate and egg-laying rate of *S. pauperculus* fed on *E. africanus*

Figure 4 Efficacy of *S. pauperculus* to control *T. truncatus* in greenhouse.
(a) Prepare the cassava (b) Release *T. Truncates* on the cassava
(c) Release *S. pauperculus* on the cassava (d) After Release
T. Truncates and S. pauperculus on the cassava

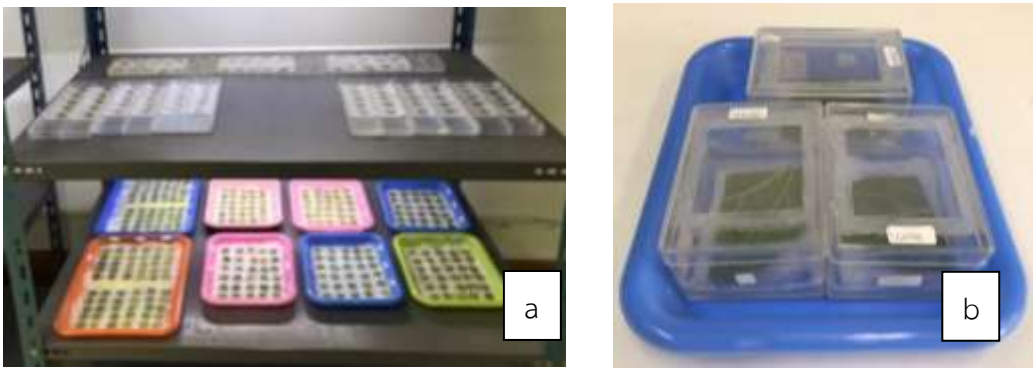


Figure 5 Testing the effects of pesticides on *S. pauperculus*

(a) Testing the effects of pesticides on eggs and larva stage of *S. pauperculus*

(b) Testing the effects of pesticides on adult stage of *S. paup*

การผลิตและการใช้แมลงช้างปีกใส *Chrysoperla carnea* (stephens) ควบคุมเพลี้ยอ่อน *Aphis* sp. ในสตรอเบอรี่

ประภัสสร เชยคำแหง สาทิพย์ มาลี ณัฏฐิณี ศิริมาจันทร์
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Production of green lacewings larvae In this research use 14,250 larvae 2 nd by the rate of from the greenhouse experiments, the rates of use of larvae of 2 larvae at 15, 20 and 25 per plant were used, rates of utilization of larvae of aphid nymphs. To be used in the experimental plot depends on aphid population survey Appropriate *C. carnea* rates were tested in field conditions using a release rate of 15 larvae /plant compared to a release rate of 25 larvae /plant. Release at the rate of 15 larvae per plant. The number of aphids. Will begin to reduce the number of outbreaks in the 5th and 6th weeks. The release rate of 25 larvae / plant will start to reduce the number of outbreaks from the 3 rd week onwards. Therefore, if the outbreak is reduced quickly, the rate should be used. The first release of the clear winged elephant insect in order to reduce the number of pests without causing serious damage

รหัสการทดลอง 03-05-59-02-01-00-37-62

บทคัดย่อ

การผลิตตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส ในงานวิจัยนี้ใช้ ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส วัย 2 จำนวน 14,250 ตัว โดยอัตราที่ได้ จากการทดลองในโรงเรือน คือ อัตราการใช้ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวัย 2 ที่ 15 20 และ 25 ตัวต่อต้น อัตราการใช้ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส ที่จะใช้ในแปลงทดลองจะขึ้นอยู่กับ การสำรวจประชากรของเพลี้ยอ่อน อัตราแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ที่เหมาะสม ทดสอบในสภาพไร่โดยใช้อัตราการปล่อยที่ 15 ตัวต่อต้น เปรียบเทียบกับการปล่อยในอัตรา 25 ตัว/ต้น แสดงให้เห็นว่า การปล่อยในอัตรา 15 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อน จะเริ่มลดปริมาณการระบาดลง ในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 ส่วนการปล่อยในอัตรา 25 ตัว/ต้น จะเริ่มลดปริมาณการระบาดลง ในสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป ดังนั้นถ้าจะให้การระบาดลดลงอย่างรวดเร็วก็ควรจะใช้อัตราการปล่อยแมลงช้างปีกใสที่สูงก่อน เพื่อจะทำให้ปริมาณศัตรูพืชลดลงไม่ทำความเสียหายอย่างรุนแรง

คำหลัก : แมลงช้างปีกใส *Chrysoperla carnea* (stephens) เพลี้ยอ่อน aphid การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี สตรอเบอรี่

คำนำ

เพลี้ยอ่อน (Homoptera : Aphididae) เป็นแมลงศัตรูพืชสำคัญที่ลงทำลายพืชหลายๆ ชนิด การใช้สารเคมีในการควบคุมย่อมส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมสตรอเบอรี่เป็นพืชหนึ่งที่มีแมลงและโรครบกวนมาก ในจำนวนศัตรูพืชหลายชนิดที่ลงทำลายสตรอเบอรี่ เช่น เพลี้ยไฟ ไรสองจุด เพลี้ยอ่อน และหนอนต่างๆ เพลี้ยอ่อน จัดเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของสตรอเบอรี่ เพราะ สามารถลงทำลายตั้งแต่ระยะต้นกล้าจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และมีความเสียหายทางระดับเศรษฐกิจเมื่อพบเพลี้ยอ่อน 45 ตัวต่อใบ สตรอเบอรี่ (Strawberry) เป็นสกุลไม้ดอกในวงศ์กุหลาบ ผลสามารถรับประทานได้ ที่นิยมปลูกกันมาก คือ สตรอเบอรี่สวน Fragaria ananassa มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกาเหนือ และอเมริกาใต้ เป็นพืชเขตหนาว มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 3 ปี ปัจจุบันประเทศไทยมีการปลูกสตรอเบอรี่หลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์พระราชทาน 50 70 72 และ 80 เป็นต้น(คงกฤช 2554) เพลี้ยอ่อน (Aphid) (Homoptera ; Aphididae) เป็นแมลงปากดูดทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยทำลายพืชโดยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบยอด และลำต้น ทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง เพลี้ยอ่อนจะถ่ายสารเป็นน้ำหวานออกมา ก็จะเป็นอาหารของเชื้อรา ทำให้พืชสกปรกเป็นราดำ เพลี้ยอ่อนจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มตามส่วนยอดช่อดอก และขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว เมื่อสภาพแวดล้อมเหมะสม และสามารถออกลูกเป็นตัวโดยไม่ต้องผสมพันธุ์ เพลี้ยอ่อน 1 ตัวสามารถออกลูกได้ถึง 45 ตัว (อรนุช และ วัชรา 2534) ตั้งแต่ปี 1996 ทางประเทศในแถบยุโรป มีความนิยมในการปลูกสตรอเบอรี่มากโดยเฉพาะ ประเทศ สเปน และอิตาลี พบว่า เพลี้ยอ่อน เป็นแมลงศัตรูสำคัญของสตรอเบอรี่ ลงทำลายในโรงเรือนตั้งแต่ สตรอเบอรี อายุ 7-14 วันจนถึงระยะเก็บเกี่ยว เนื่องจากต้องเก็บผลสดทุกๆ สัปดาห์ การใช้สารเคมีจึงเป็นไปไม่ได้ เพราะจะมีสารตกค้าง จึงเป็นครั้งแรกที่มีการนำ แมลงช้างปีกใส C carnea มาใช้ควบคุม ในปี 1983 (Tommasini *et al.,*2001) ชนิดของเพลี้ยอ่อนที่พบระบาดมาก

ในสตรอเบอรี่ ในแถบยุโรปคือ *Macrosiphum euphorbiae* (Thom.) *และ Chaetosiphon fragaefolii* (Cock.) (Benuzzi *et al.*,1992) และ *Aphis gossypii* Glov. *Myzus persicae* (Sulz.) จะระบาดตาม ในประเทศไทยแมลงศัตรูสำคัญของสตรอเบอรี่ที่พบคือ เพลี้ยไฟ ไรสองจุด เพลี้ยอ่อน หนอนด้วงขาว และ หนอนกระทู้ผัก เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2524.) แมลงช้างปีกใส *Chrysoperla carnea* (Neuropterra : Chrysopidae) หรือเรียกว่า Aphid-lion เป็นแมลงห้ำที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมเพลี้ยอ่อน และแมลงศัตรูพืชอีกหลายชนิด เช่น ไรแมงมุม ไรแดง เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว เพลี้ยแป้ง ไข่และหนอนผีเสื้อขนาดเล็ก (Carrillo and Elanov, 2004) จากผลการทดลองของ Easterbrook *et al* (2006) รายงานว่า ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ ตัวอ่อนระยะ 2-3 ของแมลงช้างปีกใส *C. carnea* สามารถ กินเพลี้ยอ่อน *Chaetosiphon fragaefolii* ได้ถึง 790 ตัว อัตราการปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสในสภาพแปลง ที่เหมาะสมที่สามารถควบคุมการระบาดได้ คือ 8 ตัวต่อต้น จนถึง 25 ตัวต่อต้น ขึ้นกับการระบาดของเพลี้ยอ่อน และในสภาพโรงเรือนมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการปล่อย และไม่ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส เช่นเดียวกับ งานวิจัยที่เกี่ยวกับความชอบในเหยื่ออาหารของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ระหว่าง เพลี้ยไฟ *Frankliniella occidentalis* และ เพลี้ยอ่อน *Nasonovia ribisnigri* พบว่าตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใส *C. carnea* เข้าทำลาย เพลี้ยไฟได้ถึง 40-90 % และ เข้าทำลายเพลี้ยอ่อนได้ 52-98% (Govinda and Annie 2013) พิมลพร 2545 รายงานว่าแมลงช้างปีกใส *C. carnea* เป็นแมลงห้ำ ที่กินเหยื่อได้หลายชนิด และเหยื่อที่ชอบมากที่สุดคือเพลี้ยอ่อน แมลงช้างปีกใส *C. carnea* 1 ตัว ตลอดวงจรชีวิตสามารถกินเพลี้ยอ่อนได้ 400 - 600 ตัว และแมลงช้างปีกใสมีประโยชน์มากในการนำไปปล่อยในโรงเรือนที่ปลูกพืชและได้นำไปปล่อยควบคุมศัตรูแล้วเช่น ควบคุมเพลี้ยอ่อนบนกุหลาบ และในถั่วลันเตาสามารถลดการระบาดได้ดี ดังนั้นเพื่อการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี หรือภายใต้ระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน การนำแมลงช้างปีกใสไปใช้มีความจำเป็นมากขึ้น การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต และศักยภาพในการผลิตรวมทั้งวิธีการนำไปใช้จึงมีความสำคัญในเบื้องต้น แมลงช้างปีกใสในการควบคุมเพลี้ยอ่อนในพืชในแถบยุโรปได้นำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมเพลี้ยอ่อน ในพืชหลายชนิด ได้แก่ พริกไทย มันฝรั่ง มะเขือเทศ และมะเขือชนิดอื่นๆ (Hoffman and Fredsham, 1993) จากผลการวิจัยในต่างประเทศพบว่ามีการใช้แมลงช้างปีกใส ควบคุมเพลี้ยอ่อนในพริก ใช้ควบคุมไรในแปลงแอปเปิ้ล และยังสามารถใช้ควบคุมเพลี้ยจักจั่นในไร่องุ่น โดยใช้อัตราแมลงช้างปีกใส 1-16 ตัวต่อต้น สามารถควบคุมเพลี้ยจักจั่นให้ลดลง ถึง 31% (Daana and YoKota, 1997) นอกจากนี้ Tauben and Tauben 1993 รายงานว่าแมลงช้างปีกใส เคยถูกนำไปใช้ในไร่ฝ้ายของรัฐเท็กซัส สามารถลดประชากรของหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ถึง 96% และยังนำไปใช้ในพืชอื่นๆอีก เช่น ข้าวโพด ถั่ว กะหล่ำปลี และแอปเปิ้ล เพื่อควบคุมเพลี้ยอ่อนในพืชดังกล่าว แต่ต้องปล่อยเป็นปริมาณมาก สำหรับประเทศไทย พิมลพร 2545 รายงานว่าแมลงช้างปีกใส เป็นแมลงห้ำทั่วไปกินอาหารได้หลายชนิดเหยื่อที่ชอบมากที่สุดคือเพลี้ยอ่อน แมลงช้างปีกใส 1 ตัว สามารถกินเพลี้ยอ่อนได้ 100 - 600 ตัว แมลงช้างปีกใสมีประโยชน์มากในการนำไปปล่อยในโรงเรือนที่ปลูกพืชและได้นำไปปล่อยควบคุมศัตรู

แล้วเช่น ควบคุมเพลี้ยอ่อนบนกุหลาบ และในถั่วลันเตาสามารถลดการระบาดได้ดี ดังนั้นเพื่อการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี หรือภายใต้ระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน การนำแมลงช้างปีกใสไปใช้มีความจำเป็นมากขึ้น การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต และศักยภาพในการผลิตรวมทั้งวิธีการนำไปใช้จึงมีความสำคัญในเบื้องต้น ดังนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่จึงเลือกใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดเนื่องจากสะดวก แต่ส่งผลกระทบมากมายตามมา ทั้งต่อเกษตรผู้ปลูก ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญสตรอเบอรี่เป็นผลไม้รับประทานสด ปัจจุบันเป็นที่นิยมในการบริโภค เนื่องจากมีประโยชน์อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยยับยั้งสารก่อมะเร็ง ช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดอุดตัน และช่วยเพิ่มภูมิต้านทานต่อโรคต่างๆ ดังนั้นสตรอเบอรี่ จึงเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น หลายๆพื้นที่ในประเทศไทยมี การปลูกสตรอเบอรี่เพิ่มขึ้น ทั้งทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง สตรอเบอรี่จึงถูกพิจารณาจัดเป็นพืชเศรษฐกิจ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- แมลงช้างปีกใส *Chrysoperla carnea* (stephens)
- ต้นสตรอเบอรี
- รำข้าว
- ปลายข้าวเจ้า
- น้ำตาลทราย
- กล่องขนาด กxยxส 18 x 26 x 10 ซม.
- กล่องขนาด กxยxส 8 x 12 x 6 ซม.
- โหลแก้ว
- น้ำบริสุทธิ์
- ผ้าขาวบาง ยางยืด
- กระดาษทิชชู สำลี น้ำผึ้ง
- โรงเรือน
- ชั้นเลี้ยงแมลง

วิธีการ

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 เลี้ยงขยายแมลงช้างปีกใส *C. carnea*

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาอัตราการใช้แมลงช้างปีกใส *C. carnea* ที่เหมาะสมในการควบคุมเพลี้ยอ่อนในเรือนทดลอง

ขั้นตอนที่ 3 ใช้อัตราแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ที่เหมาะสม (จากขั้นตอนที่ 2) ไปทดสอบในสภาพไร่

ขั้นตอนที่ 1 เลี้ยงขยายแมลงช้างปีกใส *C. carnea*

นำตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ใส่ในโหลแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว สูง 5 นิ้ว ใส่โหลละ 30 ตัว (ตัวผู้ 10: ตัวเมีย 20) ปิดโหลด้วยผ้าขาวบาง ให้น้ำผึ้ง + ยีสต์ เป็นอาหารตัวเต็มวัย และให้วางสำลีชุบน้ำไว้บนผ้าขาวบางเพื่อให้ความชื้น หลังจากนั้นตัวเต็มวัยจะวางไข่ รอบๆโหล เปลี่ยนย้ายโหลนำตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใสใส่โหลใหม่ให้อาหารและน้ำเหมือนครั้งแรก นำโหลเก่าที่มีไข่แมลงช้างปีกใสไปทำการฟักโดยใช้ กระดาษทิชชูฉีกเป็นริ้วๆใส่ในโหล แล้วโรยด้วย ไข่ผีเสื้อข้าวสาร เพื่อเป็นอาหารของตัวอ่อน ปิดโหลด้วยผ้าขาวบาง วางไว้จนกระทั่งไข่ฟักเป็นตัวอ่อน ประมาณ 5 วัน ตัวอ่อนระยะ 1 ให้ทำการเปลี่ยนย้ายตัวอ่อนระยะที่ 1 นำไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกขนาด 18 x 26 x 10 เซนติเมตร ให้ไข่ผีเสื้อข้าวสารเป็นอาหาร อีก 5 วัน จะเก็บเกี่ยวไปใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนได้ เก็บส่วนหนึ่งเลี้ยงไว้ภายในกล่องจนกระทั่งเข้าดักแด้ เก็บดักแด้ออกมา เตรียมเป็นตัวเต็มวัย นำตัวเต็มวัยไปเลี้ยงในโหลเลี้ยงตัวเต็มวัยเพื่อผลิตตัวอ่อนรุ่นต่อไป

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- บันทึกจำนวนแมลงช้างปีกใสที่ผลิตได้
- บันทึกปริมาณไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ใช้

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาอัตราการใช้แมลงช้างปีกใส *C. carnea* ที่เหมาะสมในการควบคุมเพลี้ยอ่อน Aphis sp. ในสตรอเบอรีในเรือนทดลอง

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

แผนการวิจัย วางแผนแบบ CRD มี 10 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1 ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวัย 2 จำนวน 5 ตัว/ต้น

2 ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวัย 2 จำนวน 10 ตัว/ต้น

3. ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวัย 2 จำนวน 15 ตัว/ต้น

4.ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวัย 2 จำนวน 20 ตัว/ต้น

5.ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวัย 2 จำนวน 25 ตัว/ต้น

6.ไม่ปล่อยแมลงช้างปีกใส

ดำเนินการทดลองในโรงเรือนทดลองอาคารวิจัยแมลงศัตรูธรรมชาติ ใช้ต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในกระถางที่มีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ใช้ต้นสตรอเบอรี่ กรรมวิธีละ 10 ต้น ทำการระบาดเทียมของเพลี้ยอ่อน *Aphis* sp. ตรวจนับจำนวนเพลี้ยอ่อนให้มีการระบาดเท่าๆกัน ในทุกต้น (เฉลี่ยในใบที่ 3 นับจากใบยอด พบเพลี้ยอ่อนไม่ต่ำกว่า 20 ตัวต่อต้นต่อใบ) จึงเริ่มดำเนินการทดลอง ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ตามกรรมวิธี 5 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีแยกโดยใช้ฉากกั้น หลังจากปล่อยแล้วตรวจนับปริมาณเพลี้ยอ่อนที่เหลือทุกๆ 1, 2 และ 3 วัน ตามลำดับ

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนเพลี้ยอ่อนที่เหลือ
- บันทึกจำนวนชั่วโมงที่ใช้

ขั้นตอนที่ 3 ใช้อัตราแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ที่เหมาะสม (จากขั้นตอนที่ 2) ไปทดสอบในสภาพไร่ ปลูกสตรอเบอรี่ในแปลงขนาด 1 งาน ระยะปลูกระหว่างต้น 25-30 เซนติเมตร ระหว่างแถว 30-40 เซนติเมตร ปลูกแบบสลับฟันปลา ใช้ต้นสตรอเบอรี่ ประมาณ 200 ต้น ทำการสุ่มสำรวจการระบาดของเพลี้ยอ่อน จำนวน 100 ต้น เมื่อพบการระบาดของเพลี้ยอ่อน เฉลี่ย 20 ตัวต่อต้น จำนวน 50 ต้น เริ่มปล่อยแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส อัตรา 15 ตัวต่อต้น ปล่อยสัปดาห์ ละ 1 ครั้ง ทุกๆสัปดาห์ และถ้าปริมาณเพลี้ยอ่อนเพิ่มมากขึ้นให้เพิ่มอัตราการปล่อย เป็น 20 ตัวต่อต้น เก็บข้อมูลจำนวนเพลี้ยอ่อนหลังจากปล่อยทุกๆสัปดาห์

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนเพลี้ยอ่อนที่พบ
- จำนวนครั้งที่ปล่อย และจำนวนตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสที่ปล่อย
- ผลผลิตที่ได้ น้ำหนัก คุณภาพ เป็นต้น

เวลาและสถานที

- ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2564
- ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 เลี้ยงขยายแมลงช้างปีกใส *C. carnea*

สำหรับการเลี้ยงแมลงช้างปีกใส เริ่มจาก ตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ใส่ในโหลแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว สูง 5 นิ้ว ใส่โหลแก้ว โหลละ 30 ตัว (ตัวผู้ 10: ตัวเมีย 20) ให้น้ำผึ้งผสม ยีสต์ เป็นอาหาร ให้ความชื้นด้วยสำลีชุบน้ำ วางโหลให้ตัวเต็มวัยวางไข่ 3 วัน 1 โหลแก้วจะได้จำนวนไข่ แมลงช้างปีกใส ประมาณ 100 - 150 ฟอง ใน 1 รุ่น ต้องเลี้ยง ตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส 10 โหลแก้ว จึงจะได้ ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสระยะวัย 2 จำนวน 1000 ตัว เพื่อที่จะนำไปใช้ในการทดลอง และต้องใช้อาหาร คือ ไข่ผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 40 กรัม ต่อ 10 โหลแก้ว และถ้าเราต้องใช้จำนวนแมลงช้างปีกใสมากขึ้นก็ต้องเลี้ยงเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นการเลี้ยงแมลงศัตรูธรรมชาติจึงเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ในงานวิจัยนี้ใช้ ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส วัย 2 จำนวน 14,250 ตัว

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาอัตราการใช้แมลงช้างปีกใส *C. carnea* ที่เหมาะสมในการควบคุมเพลี้ยอ่อน

Aphis sp. ในสตรอเบอรีในเรือนทดลอง เตรียมปลูกพืชเพื่อเลี้ยงเพิ่มปริมาณเพลี้ยอ่อน เก็บรวบรวมเพลี้ยอ่อนเพื่อนำมาทดลอง ปล่อยเพลี้ยอ่อนระบาดบนต้นสตรอเบอรี่ ปล่อยแมลงช้างปีกใสตามกรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่ 3 4 และ5 คือ ปล่อยตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวัย 2 จำนวน 15 20 และ 25 ตัว/ต้น ภายในระยะเวลา 3 วัน สามารถ ป้องกันกำจัด เพลี้ยอ่อนได้ ดีกว่า การปล่อยตัวอ่อน

แมลงช้างปีกใสวัย 2 จำนวน 5 และ 10 ตัวต่อต้น (ตารางที่ 1) อัตราที่จะใช้ในแปลงทดลองจะขึ้นอยู่กับ การสำรวจประชากรของเพลี้ยอ่อน โดยใช้อัตราที่ได้จากตารางที่ 1 เลือก 3 อัตรา คือ ปล่อยที่ 15 20 และ 25 ตัวต่อต้น ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ใช้อัตราแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ที่เหมาะสม (จากขั้นตอนที่ 2) ไปทดสอบในสภาพไร่

ทำการสุ่ม สำรวจการระบาดของเพลี้ยอ่อน จำนวน 100 ต้น เมื่อพบการระบาดของเพลี้ยอ่อนเฉลี่ย 20 ตัวต่อต้น จำนวน 50 ต้น เริ่มปล่อยแมลงช้างปีกใส โดยใช้อัตรา การปล่อยที่ 15 ตัวต่อต้น เปรียบเทียบกับการปล่อยในอัตรา 25 ตัว/ต้น แสดงให้เห็นว่า การปล่อยในอัตรา 15 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนใน 2-3 สัปดาห์แรก ไม่ลดลง แต่จะเริ่มลดปริมาณการระบาดลง ในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 ส่วนการปล่อยในอัตรา 25 ตัว/ต้น เห็นการลดลง ในสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป (ตารางที่ 2) ดังนั้นถ้าจะให้การระบาดลดลงอย่างรวดเร็วก็ควรจะใช้อัตราการปล่อยแมลงช้างปีกใสที่สูงก่อน เพื่อจะทำให้ปริมาณศัตรูพืชลดลงไม่ทำความเสียหายอย่างรุนแรง

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การผลิตตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส 1 โหลแก้วจะได้จำนวนไข่ แมลงช้างปีกใส ประมาณ 100 - 150 ฟอง ใน 1 รุ่น ต้องเลี้ยง ตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส 10 โหลแก้ว จึงจะได้ ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส ระยะวัย 2 จำนวน 1000 ตัว และต้องใช้อาหาร คือ ไข่ผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 40 กรัม ต่อ 10 โหลแก้ว ในงานวิจัยนี้ใช้ ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส วัย 2 จำนวน 14,250 ตัว โดยอัตราที่ได้ จากการทดลองในโรงเรือน คือ อัตราการใช้ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวัย 2 ที่ 15 20 และ 25 ตัวต่อต้น อัตราการใช้ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส ที่จะใช้ในแปลงทดลองจะขึ้นอยู่กับ การสำรวจประชากรของเพลี้ยอ่อน อัตราแมลงช้างปีกใส *C. carnea* ที่เหมาะสม ทดสอบในสภาพไร่โดยใช้อัตรา การปล่อยที่ 15 ตัวต่อต้น เปรียบเทียบกับการปล่อยในอัตรา 25 ตัว/ต้น แสดงให้เห็นว่า การปล่อยในอัตรา 15 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนใน 2-3 สัปดาห์แรก ไม่ลดลง แต่จะเริ่มลดปริมาณการระบาดลง ในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 ส่วนการปล่อยในอัตรา 25 ตัว/ต้น เห็นการลดลง ในสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป (ตารางที่ 2) ดังนั้นถ้าจะให้การระบาดลดลงอย่างรวดเร็วก็ควรจะใช้อัตราการปล่อยแมลงช้างปีกใสที่สูงก่อน เพื่อจะทำให้ปริมาณศัตรูพืชลดลงไม่ทำความเสียหายอย่างรุนแรง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2524.) การปลูกสตรอเบอรี่. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

คงกฤช อินทแสน (2554) การปลูกสตรอเบอรี่ ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพทางการเกษตร จังหวัดกาญจนบุรี (เกษตรที่สูง) ใน : เอกสารวิชาการกรมส่งเสริมการเกษตร

พิมลพร นันทะ. (2545). แมลงช้างปีกใส. ใน : ศัตรูธรรมชาติหัวใจของ IPM. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร หน้า 14-17 .

อรนุช กองกาญจนะ และ วัชรา ชุณหวงศ์ 2534. แมลงศัตรูข้าวโพดหน้า 1- 32 ใน แมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่นๆ เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรแมลง สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่6ม 17-28 มิถุนายน 2534 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

Benuzzi,M.,Manzaroli,G. Mosti,M(1992) Biological control in protected strawberry In northern Italy.OEPP/EPPO Bulletin 22,445-448.

Carrillo,M., and P. Elanov.(2004.) The potential of C. carnea as a biological control agent of Myzus persicae in glass houses. Annl. Appl. Biol. 32:433-439.

Daane KM, Yokota GY, Rasmussen YD, et al. 1997. Effectiveness of leafhopper control varies with Lacewing release methods. Cal Ag 47(6):19-23

Easterbrook M.A., J.D. Fitzgerald, and M.G Solomon. (2006.) Suppression of aphids on strawberry by augmentative releases of larvae of the lacewing Chrysoperla carnea (Stephens) Journal Biocontrol Science and Technology V.16,2006-Issue 9.

Govinda Shrestha and Annie Enkeqaard. (2013) The Green Lacewing, Chrysoperla Carnea Preference between Lettuce Aphids, Nasonovia ribisnigri and Western Flower Thrips, Frankliniella occidentalis J Insect Sci 2013; 13:94

Hoffman, M.P. and Frodsham, A.C. 1993. Natural Enemies of Vegetable Insect Pests. Cooperative Extension, Cornell University Ithaca, N.Y 63 pp.

Tauben, M.J. and Tauben, C.A. 1993. Adaptation to temporal variation in habitata: categorizing, predicting and influencing their evolution in agro ecosystems In:Evolution of insect pest. Pp 103-127. John Wiley&Sons. NY.

Tommasini M.G and M.Mosti 2001. Control of aphids by Chrysoperla carnea on strawberry in Italy.In Lacewing in the Crop Environment 481-486.

Van Lenteren. 2003. Quality control and production of biological control agents' laboratory of entomology Netherland.

Table 1 shows the mean number of live aphids. After releasing 2 nd larvae Green lawings according to internal procedures 1 2 and 3 days.

Method	Mean number of aphids		
	1 day	2 day	3 day
Method 1	73.8	87.8	75.6
Method 2	76.4	50.4	61.6
Method 3	47.6	29.2	38.2
Method 4	42.8	21.6	21.6
Method 5	35.4	15.0	7.2
Control	89.2	105.4	82.6

Table 2 Mean number of aphids after application Stage 2 larvae Green lawings at the rate of 15 laver /plant and 25 laver /plant.

Usage rate 2 ndLarvae lawings	before release	Average number of aphids/plant					
		After release (weeks)					
		1	2	3	4	5	6
15	59.78	61.08	51.12	49.12	25.12	20.04	11.36
25	60.10	58.10	40.16	22.24	11.24	6.26	2.40

ทดสอบประสิทธิภาพในการใช้แบคทีเรียบีทีร่วมกับการใช้กับดักฟีโรโมนหนอนใยผักในการควบคุมหนอนใยผักในคะน้า

Efficacy test by using *Bacillus thuringiensis* in combination with diamondback moth pheromone traps to control diamondback moth in kale

อนุสรณ์ พงษ์มี อิศเรส เทียนทัด

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The efficacy test of *Bacillus thuringiensis* uses a combination with pheromone traps to control the diamondback moth in kale in Kanchanaburi Province between October 2019 to September 2021. The objective of this study was to study the efficacy of using *Bacillus thuringiensis* in combination with diamondback moth pheromone traps to control the diamondback moth that infested kale and can be used as an application in organic farming in the future. The result showed that the use of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* at the rate of 80 ml / 20 liters of water and the spinetoram at the rate of 12% W/P SC at the rate of 25 ml / 20 liters of water were able to effectively reduce the number of the diamondback moth in the kale plots. And the use of pheromone traps was also more effective in trapping the diamondback moth by comparing the number of worms found in plots that did not use pheromone traps. Use pheromone traps in combination with other applications. It can reduce the diamondback moth in kale more effectively. And can increase more good quality products as well.

Keywords : diamondback moth, diamondback moth pheromone trap, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*

รหัสการทดลอง 03-05-59-02-01-00-40-63

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพในการใช้แบคทีเรียบีทีร่วมกับการใช้กับดักฟีโรโมนหนอนใยผักในการควบคุมหนอนใยผักในคะน้า ในแปลงเพาะปลูกคะน้าของเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้บีทีร่วมกับกับดักฟีโรโมนหนอนใยผักในการกำจัดหนอนใยผักที่เข้าทำลายผักคะน้าและสามารถนำไปใช้ควบคุมหนอนใยผักในพื้นที่เพาะปลูกคะน้าอินทรีย์ได้ในอนาคต จากผลการทดลอง พบว่าการใช้บีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร นั้นสามารถลดปริมาณหนอนใยผักในแปลงคะน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการใช้กับดักฟีโรโมน สามารถดักจับผีเสื้อหนอนใยผักได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกันเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหนอนใยผักที่พบกับแปลงที่ไม่ได้ใช้กับดักฟีโรโมนร่วม ซึ่งหากใช้กับดักฟีโรโมนร่วมกับการป้องกันกำจัดแบบอื่นๆ จะสามารถลดจำนวนหนอนใยผักที่เข้าทำลายคะน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพจำหน่ายได้เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

คำหลัก : หนอนใยผัก กับดักฟีโรโมนหนอนใยผัก บีทีสายพันธุ์ *kurstaki*

คำนำ

หนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของพืชวงศ์กะหล่ำ พบระบาดในทุกแหล่งปลูกของประเทศ เนื่องจากหนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้น จึงสามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว หนอนใยผักมีลำตัวสีเขียวอ่อน ขนาดตัวเล็ก หัวแหลมท้ายแหลม เมื่อหนอนโตเต็มที่มักจะมีสีเขียวเข้มขนาดลำตัวยาว 8-10 มิลลิเมตร หนอนอาศัยกินอยู่บริเวณซอกใบส่วนยอดหรือส่วนล่างของใบพืชตระกูลกะหล่ำ ในท้องที่ภาคกลางพบว่าใน 1 ปี หนอนใยผักสามารถเจริญเติบโตได้ ถึง 25 ชั่วอายุขัย (อัจฉรา, 2544) และสามารถต้านทานสารฆ่าแมลงได้หลากหลายชนิดในระยะเวลาสั้นๆ หากเกิดการระบาดขึ้นอาจทำให้ผลผลิตเสียหายทั้งแปลงได้อย่างรวดเร็ว โดยในเดือน กุมภาพันธ์ ปี 2561 ที่อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ พบมีหนอนใยผักทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยระบาดรุนแรงมากในพื้นที่เพาะปลูกคะน้าและกะหล่ำ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักแต่ไม่สามารถป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ถึงแม้ว่าจะใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นมากขึ้นจากคำแนะนำแล้วก็ตาม ส่งผลให้ผลผลิตที่ใกล้ถึงเวลาเก็บเกี่ยวเสียหายมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเกษตรกรบางรายที่ได้สลับมาใช้แบคทีเรียบีทีเพื่อกำจัดหนอนใยผัก พบว่าผลผลิตถูกทำลายลดลงแต่ยังพบผีเสื้อหนอนใยผักจำนวนมากบินอยู่ภายในแปลงปลูก ซึ่งสามารถบินไปวางไข่ในพื้นที่เพาะปลูกคะน้าและกะหล่ำปลีในบริเวณใกล้เคียงได้อีก จึงควรมีวิธีป้องกันกำจัดหนอนใยผักและผีเสื้อหนอนใยผักควบคู่กันไปเพื่อลดจำนวนประชากรหนอนใยผักในแปลงเพาะปลูกให้ลดลงอย่างรวดเร็วในระยะยาว อีกทั้งยังช่วยลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชลงด้วย

เทคโนโลยีการผลิตภัณฑ์สารเคมีถูกนำมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืช เป็นวิธีที่น่าทึ่งมากในการควบคุมจำนวนประชากรแมลงศัตรูพืชมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1940 แต่ก็มีนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนที่ศึกษาถึงผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและพบว่ามีผลกระทบในทางลบตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ปัญหาใหญ่อีกอย่างหนึ่งคือ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทำให้แมลงเป้าหมายสร้างภูมิต้านทานและทำให้แมลงศัตรูพืชรองเกิดการระบาดมากขึ้น รวมทั้งทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติและแมลงอื่นๆ ที่มีประโยชน์ ที่มากไปกว่านั้นคือการเกิดพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมรวมไปถึงการสะสมพิษในน้ำและห่วงโซ่อาหาร (Zalom, 1993)

บีที (*Bacillus thuringiensis*) เป็นเชื้อแบคทีเรียที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ พบได้ทุกหนทุกแห่งในโลกทั้งในอากาศดินน้ำ แม้แต่บนต้นไม้และใบไม้ ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์รวมทั้งผึ้งต่อแตนลักษณะเฉพาะของบีทีคือสามารถสร้างสารพิษซึ่งเมื่อแมลงกินเข้าไปจะทำให้แมลงตาย จึงได้มีการนำไปใช้ควบคุมแมลงที่กินพืชผลทางการเกษตร บีที เป็นจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพสูงสามารถใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้หลายชนิดเช่นหนอนกระทู้หอม หนอนใยผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกินใบปาล์ม เป็นต้น (อัจฉรา, 2544)

สารฟีโรโมนเพศ (sex pheromone) เป็นสารเคมีที่สัตว์สร้างขึ้นมาดึงดูดเพศตรงข้าม ซึ่งในแมลงนั้นแมลงตัวเมียมักจะปล่อยกลิ่นที่เฉพาะเจาะจงในการดึงดูดแมลงเพศผู้ให้เข้ามาใกล้โดยมีจุดประสงค์หลักในการดึงดูดคือ การผสมพันธุ์ (mating) โดยสารฟีโรโมนเพศดังกล่าวมีผลต่อการดึงดูดสูงสุดในบรรดากลิ่นอื่น ๆ ที่ออกฤทธิ์ในการดึงดูด ซึ่งเพศผู้จะรับรู้ได้จากระยะไกล ด้วยวิธีนี้ทำให้ตัวผู้ทราบที่อยู่ของตัวเมียโดยการบินขึ้นไปเหนือลมขณะตามกลิ่นที่ลอยมา จึงมีการประยุกต์ใช้ฟีโรโมนเป็นเหยื่อล่อในกับดักเพื่อให้แมลงตัวผู้เข้ามาติดกับดัก มานานกว่า 30 ปี โดยครั้งแรกได้นำมาใช้ประโยชน์ในการใช้ตรวจสอบประชากรศัตรูพืชเท่านั้น ต่อมาได้มีการพัฒนาในเรื่องของสารเคมีที่ออกฤทธิ์ในการดึงดูดคล้ายกับกลิ่นฟีโรโมนเพศและสามารถผลิตขึ้นได้ ซึ่งฟีโรโมนของผีเสื้อหนอนใยผัก ได้ถูกวิเคราะห์โครงสร้างออกมาแล้ว ได้แก่ Z-11-Hexadecen-1-ol, Z-11Hexadecenal และ Z-11-Hexadecenyl acetate (Chisholm *et al.,* 1983)

จากการศึกษาพบว่าการใช้สารฟีโรโมนเพื่อใช้ในการทำกับดักสารฟีโรโมนมีความเป็นไปได้สูงที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมประชากรผีเสื้อหนอนใยผัก โดยสารฟีโรโมนดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อเบี่ยงเบน หรือ รบกวน การผสมพันธุ์กันระหว่างผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ และเพศเมียให้เกิดความล่าช้าเพื่อลดโอกาสในการผสมและขยายพันธุ์ อีกทั้งไม่เป็นอันตรายต่อแมลงชนิดที่มีประโยชน์ เนื่องจากสารฟีโรโมนมีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของแมลงเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น จึงสามารถใช้เป็นทางเลือกในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในพื้นที่ที่หนอนใยผักมีการต้านทางต่อสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่อง (Nemoto *et al*., 1990)

การใช้กับดักฟีโรโมนสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสำรวจและใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้เป็นอย่างดี โดยพบผีเสื้อหนอนใยผักที่บินมาติดกับดักเป็นจำนวนมาก และปริมาณไข่

ของหนอนใยผักในแปลงปลูกกะหล่ำมีแนวโน้มลดลง (Baker *et al*., 1982) และทำให้ประชากรของหนอนใยผักที่เคยสร้างความเสียหายต่อผลผลิตลดลงได้ภายใน 11 – 12 วัน (Walker *et al.,* 2003)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้ชีวภัณฑ์บีทีร่วมกับกับดักฟีโรโมนหนอนใยผักในการกำจัดหนอนใยผักที่เข้าทำลายผักคะน้าและสามารถนำไปใช้ควบคุมหนอนใยผักในพื้นที่เพาะปลูกคะน้าอินทรีย์ได้ในอนาคต

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เชื้อแบคทีเรียบีที
2. กับดักฟีโรโมน
3. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง

วิธีการ

การทดลองแบ่งเป็น 2 การทดลองในพื้นที่เดียวกัน

การทดลองที่ 1 ใช้กับดักฟีโรโมนหนอนใยผักร่วมกับการป้องกันกำจัดหนอนใยผักวิธีอื่นๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 7 ซ้ำ 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เชื้อแบคทีเรียบีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (ใช้น้ำอัตรา 80 ลิตรต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 2 spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (ใช้น้ำอัตรา 80 ลิตรต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี)

วางกับดักฟีโรโมนหนอนใยผักในแปลงปลูกคะน้าทดลองให้แต่ละกับดักให้ห่างกันไม่ต่ำกว่า 20 เมตร และให้ทุกกรรมวิธีได้รับอิทธิพลจากกับดักฟีโรโมนหนอนใยผัก

การทดลองที่ 2 ป้องกันกำจัดหนอนใยผักวิธีต่างๆ (ไม่ใช้กับดักฟีโรโมนร่วม) โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 7 ซ้ำ 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เชื้อแบคทีเรียบีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (ใช้น้ำอัตรา 80 ลิตรต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 2 spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (ใช้น้ำอัตรา 80 ลิตรต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี)

ทำแปลงทดลองในบริเวณเดียวกับการทดลองที่ 1 และให้มีระยะห่างระหว่างแปลงมากกว่า 25 เมตร

วิธีการปฏิบัติการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงปลูกคะน้า ขนาดแปลงย่อย 6x2 เมตร โดยการพ่น Bt ใช้เครื่องยนต์พ่นสารแบบสะพายหลัง อัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ทำการพ่นสารทดลองทุก 7 วัน และใช้กับดักฟีโรโมนที่วางขายเป็นผลิตภัณฑ์ โดยขออนุญาตนำเข้าประเทศเพื่อใช้ในการทดลอง โดยตัวกับดักฟีโรโมนผีเสื้อหนอนใยผักจะเป็นกับดักกาวเหนียวที่ใช้ปักสูงกว่าพื้นดิน 30 – 45 เซนติเมตร โดยวางกับดักฯ ในแต่ละจุดต้องมีระยะห่าง 20 เมตร ขึ้นไป เริ่มทำการทดลองเมื่อคะน้าอายุ 14 วันและพบหนอนใยผักมากกว่า 1 ตัวต่อต้น ทำการตรวจนับแมลง ก่อนพ่นสารทดลองทุกครั้งและหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย 7 วัน โดยสุ่มนับแปลงย่อยละ 40 ต้น โดยพ่นสารทดลองไม่น้อยกว่า 4 ครั้งตลอดการทดลอง การปฏิบัติดูแลรักษาอื่นๆ ทำตามวิธีของเกษตรกร (การเลือกพันธุ์ การเตรียมดิน การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ และการเก็บเกี่ยว) ยกเว้นการใช้สารเคมีกำจัดโรค

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลจำนวนหนอนที่สำรวจพบและผลผลิตที่มีคุณภาพจำหน่ายได้ (marketable yield) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีที่เหมาะสม

เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2562 สิ้นสุด กันยายน 2564

- ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
- แปลงปลูกคะน้าในสภาพไร่ของเกษตรกรในจังหวัดราชบุรีและจังหวัดกาญจนบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ก่อนทำการทดลองได้ทำการสำรวจประชากรหนอนใยผักในแปลงทดลอง พบว่าหลังจากคะน้ามีอายุ 10 วัน มีหนอนใยผักเข้าทำลายเฉลี่ยมากกว่า 0.1 ตัวต่อต้น จึงเริ่มทำการทดลองโดยพ่นเชื้อแบคทีเรียบีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ด้วยเครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง ในอัตราการใช้น้ำ 80 ลิตรต่อไร่ พ่นทุก 7 วัน เป็นจำนวน 4 ครั้ง โดยก่อนการพ่นแต่ละครั้งได้ทำการเก็บข้อมูลหนอนใยผักที่สุ่มพบและข้อมูลผีเสื้อหนอนใยผักที่ติดกับดัก หลังจากพ่นครบ 4 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า หลังจากทำการพ่นสารทดลองครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 3 ปริมาณหนอนใยผักที่พบในแปลงที่ใช้กับดักฟีโรโมนร่วมมีอัตราลดลงและมีจำนวนน้อยกว่าแปลงที่ไม่ได้ใช้กับดักฟีโรโมนในทุกกรรมวิธี แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หลังจากการพ่นครั้งที่ 1 พบว่าจำนวนหนอนใยผักที่พบลดลงมากกว่าก่อนพ่น ทั้งในแปลงที่ใช้กับดักฟีโรโมนและไม่ใช้กับดักฟีโรโมน จนกระทั่งหลังการพ่นครั้งที่ 4 พบว่าในแปลงทดลองพบหนอนใยผักมีประชากรเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีฝนตกติดต่อกันหลายวัน โดยพบว่า การใช้ บีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในแปลงที่ใช้กับดักฟีโรโมนร่วม มีจำนวนหนอนใยผัก 0.053 และ 0.075 ตัว ตามลำดับ

ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารเคมีที่พบหนอนใยผักจำนวน 0.146 ตัว ส่วนในแปลงที่ไม่ใช้กับดักฟีโรโมน พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ บีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สำรวจพบหนอนใยผักจำนวน 0.071 ตัว และ 0.082 ตัวตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารเคมีที่พบหนอนใยผักจำนวน 0.129 ตัว (Table 1)

ทำการเปรียบเทียบจำนวนหนอนใยผักที่พบในแปลงที่ใช้กับดักฟีโรโมนผีเสื้อหนอนใยผักและไม่ใช้กับดักฟีโรโมนผีเสื้อหนอนใยผัก โดยทำการเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธี พบว่า จำนวนหนอนใยผักที่พบกรรมวิธีใช้บีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทั้ง 2 แปลง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) ส่วนจำนวนหนอนใยผักพบกรรมวิธีใช้ spinetoram 12% W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พบว่า มีจำนวนหนอนใยผักที่สำรวจพบในแปลงที่ใช้กับดักฟีโรโมนผีเสื้อหนอนใยผักน้อยกว่าในแปลงที่ไม่ใช้กับดักฟีโรโมนผีเสื้อหนอนใยผักโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หลังการพ่นครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 (Table 3) ส่วนจำนวนหนอนใยผักพบกรรมวิธีควบคุม พบว่า มีจำนวนหนอนใยผักที่สำรวจพบในแปลงที่ใช้กับดักฟีโรโมนหนอนใยผักน้อยกว่าในแปลงที่ไม่ใช้กับดักฟีโรโมนหนอนใยผักโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หลังการพ่นครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 (Table 4)

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการใช้บีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร นั้นสามารถลดปริมาณหนอนใยผักในแปลงคะน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการใช้กับดักฟีโรโมน สามารถดักจับผีเสื้อหนอนใยผักได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหนอนใยผักที่พบกับแปลงที่ไม่ได้ใช้กับดักฟีโรโมนร่วม ซึ่งหากใช้กับดักฟีโรโมนร่วมกับการป้องกันกำจัดแบบอื่นๆ จะสามารถลดจำนวนหนอนใยผักที่เข้าทำลายคะน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

หลังจากเก็บข้อมูลหลังการพ่นครั้งที่ 4 แล้ว ได้ทำการเก็บและบันทึกข้อมูลน้ำหนักผลผลิตคะน้าในพื้นที่ 1 ตารางเมตร และน้ำหนักคะน้าที่คัดเลือกเป็นผลผลิตที่มีคุณภาพจำหน่ายได้ (marketable yield) จากผลการทดลองพบว่า ในแปลงที่ใช้กับดักฟีโรโมนร่วมได้ผลผลิตที่มีคุณภาพจำหน่ายได้ มากที่สุดคือกรรมวิธีที่ใช้ spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ได้น้ำหนัก 1.08 กิโลกรัม รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใช้ บีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่ใช้สารเคมี โดยได้น้ำหนัก 0.68 และ 0.59 กิโลกรัม ตามลำดับ

ในแปลงที่ไม่ใช้กับดักฟีโรโมน ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพจำหน่ายได้ มากที่สุดคือกรรมวิธีที่ใช้ spinetoram 12%W/P SC อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ได้น้ำหนัก 0.94 กิโลกรัม รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใช้ บีทีสายพันธุ์ *kurstaki* อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่ใช้สารเคมี โดยได้น้ำหนัก 0.64 และ 0.40 กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 5)

ในส่วนของผลผลิตคะน้าที่มีคุณภาพจำหน่ายได้ ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบว่า ในแปลงที่ใช้การป้องกันกำจัดด้วยวิธีอื่นๆ รวมทั้งการใช้กับดักฟีโรโมนร่วม ได้น้ำหนักคะน้าที่มีคุณภาพจำหน่ายได้มากกว่าแปลงที่ไม่ใช้การป้องกันกำจัดด้วยวิธีใดๆ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการใช้ชีวภัณฑ์บีทีร่วมกับกับดักฟีโรโมนหนอนใยผักในการกำจัดหนอนใยผักที่เข้าทำลายผักคะน้า สามารถสรุปได้ว่าการใช้กับดักฟีโรโมนผีเสื้อหนอนใยผักที่มีหน้าที่ดักจับผีเสื้อหนอนใยผักไม่ให้ผสมพันธุ์กันร่วมกับการใช้วิธีการต่างๆ ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า สามารถช่วยลดปริมาณผีเสื้อหนอนใยผักที่จะวางไข่ลงบนต้นคะน้า จึงสามารถช่วยลดจำนวนหนอนใยผักในแปลงเพาะปลูกคะน้าได้ ซึ่งเป็นผลทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพจำหน่ายได้เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณมยุรา พงษ์ชวาล คุณปานนภา ภู่ทอง คุณจิราพร เอี่ยมงาม คุณอำไพ หาญมนตรี คุณประมวล ศรีไชยโย คุณรัญทม นำทวี คุณจันทร์ โยธาแก้ว และทีมงานทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและช่วยปฏิบัติงานทดลองครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

อัจฉรา ตันติโชดก. 2544. เอกสารวิชาการ การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

Chisholm, M.D., W.F. Steck and E.W. Underhill. 1983. Field trapping of diamondback moth *Plutella xylostella* using an improved four-component sex attractant blend. Journal of Chemical Ecology 9: 113-118.

Nemoto, H., E. Yano and K. Kiritani. 1992. Pheromonal control of diamondback moth in the management of crucifer pests. pp. 91-97. *In*: N. S. Talekar (ed.), Proceedings of the Second International Workshop on Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. AVRDC Publication No. 92-368, Shanhua, Taiwan.

Walker, G. P., A. R. Wallace., R. Bush., F. H. Macdonald and D. M. Suckling. 2003. Evaluation of pheromone trapping for prediction of diamondback moth infestations in vegetable brassicas. New Zealand Plant Protection 56: 180–184.

Zalom F.G., 1993. Reorganizing to facilitate the development and use of integrated pest management. Agriculture, Ecosystem and Environment 46: 245-256.

Table 1 The number of diamondback moth larvae found in the kale plot in the area did not use traps and used pheromone traps.

Treatment	The average number of diamondback moth larvae [1/]									
	Use pheromone traps					No traps				
	before	after trt 1st	after trt 2nd	after trt 3rd	after trt 4th	before	after trt 1st	after trt 2nd	after trt 3rd	after trt 4th
B. thuringiensis var. *kurstaki* 80 ml / 20 l.	0.129a	0.025a	0.046ab	0.02a	0.053a	0.111a	0.05a	0.071a	0.028a	0.071a
spinetoram 12%W/P SC 25 ml / 20 l.	0.157a	0.013a	0.018a	0.01a	0.075a	0.139a	0.05a	0.057a	0.064a	0.082a
Control (non-chemical practice)	0.107a	0.063a	0.068b	0.015a	0.146b	0.107a	0.085a	0.15b	0.061a	0.129b
Diamondback moth in traps	-	9	8.5	73.5	111.5	-	-	-	-	-
CV%	48.0	126.2	71.9	121.7	77.3	53.4	89.1	47.1	70.0	41.6

[1/] The average that follows the same vertical letter does not have statistical differences with the DMRT method at 95 percent confidence level

Table 2 Statistical differences compare by using *B. thuringiensis* var. *kurstaki* 80 ml / 20 l.

Treatment	The average number of diamondback moth larvae				
	before	after trt 1st	after trt 2nd	after trt 3rd	after trt 4th
Use pheromone traps	0.129	0.025	0.046	0.02	0.053
No traps	0.111	0.05	0.07	0.028	0.071
t-test	0.529 ns	1.106 ns	1.189 ns	1.265 ns	0.993 ns

Remark ** There is a statistically significant difference at 0.01 level.

* There is a statistically significant difference at 0.05 level.

ns Not have a statistically significant difference.

Table 3 Statistical differences compare by using spinetoram 12%W/P SC 25 ml / 20 l.

Treatment	The average number of diamondback moth larvae				
	before	after trt 1st	after trt 2nd	after trt 3rd	after trt 4th
Use pheromone traps	0.157	0.013	0.018	0.01	0.075
No traps	0.139	0.05	0.057	0.064	0.082
t-test	0.443 ns	2.750 *	2.043 ns	3.386 *	0.320 ns

Remark ** There is a statistically significant difference at 0.01 level.

* There is a statistically significant difference at 0.05 level.

ns Not have a statistically significant difference.

Table 4 Statistical differences compare in the control treatment (non-chemical practice).

Treatment	The average number of diamondback moth larvae				
	before	after trt 1st	after trt 2nd	after trt 3rd	after trt 4th
Use pheromone traps	0.107	0.063	0.068	0.015	0.146
No traps	0.107	0.085	0.15	0.061	0.129
t-test	0 ns	1.128 ns	5.421 **	3.105 **	0.438 ns

Remark ** There is a statistically significant difference at 0.01 level.

* There is a statistically significant difference at 0.05 level.

ns Not have a statistically significant difference.

Table 5 The marketable yield of kale in the plots did not use traps and used pheromone traps in 1 square meter.

Treatment	weight of kale in the area of 1 m^3 (kg.) [1/]			
	Use pheromone traps		No traps	
	total	Marketable yield	total	Marketable yield
B. thuringiensis var. *kurstaki* 80 ml / 20 l.	2.22	0.68 b	2.82	0.64 b
spinetoram 12% W/P SC 25 ml / 20 l.	2.60	1.08 a	3.48	0.94 a
Control (non-chemical practice)	1.76	0.59 c	2.57	0.40 c

[1/] The average that follows the same vertical letter does not have statistical differences with the DMRT method at 95 percent confidence level

ศึกษากระบวนการทำแห้งเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด
The Study of Drying Metarhizium Processes for Fungal Fresh Culture Pellets Formulation

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ ทิภาพร นวลเนตร ภัททิรา ศาตร์วงษ์
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The study of drying Metarhizium processes for fungal fresh culture pellets formulation was conducted at the entomopathogenic laboratory, biological control section, Plant Protection Research and Development office between October 2019 to September 2021. The objective of this study was to compare two methods of drying Metarhizium for fungal fresh culture in pellets formulation. The former method was dehydrated at 50±2°C in a hot air oven. The latter method was dehydrated at 30±3°C in a 3x3 meter sterile room. Collecting the samples after 24, 48, 72, and 96 hours, the comparison of the number of conidia, the percentage of germination (CFU) and the moisture content of both methods were made. In conclusion, the best method for drying Metarhizium is the sterile room at 24 hours, due to the remaining quality, highest CFU. Nevertheless, this process is able to control the coconut rhinoceros beetle larvae effectively. There is no statistically significant difference in the number of conidia from both methods, which in a hot air oven method are $1.09x10^8$, $3.12x10^8$ and $1.50x10^8$ conidia/ml and in sterile room method are $2.32x10^8$, $2.55x10^8$ and $2.18x10^7$ conidia/ml. However, the CFU in the sterile room drying method ($6.25x10^7$, $5.17x10^7$ and $2.73x10^8$ cfu/gm) was higher than a hot air oven drying method ($3.64x10^5$, $2.65x10^6$ and $1.95x10^7$ cfu/gm) in all three tests. Lastly, the moisture content in a hot air oven drying method (1.91, 2.64 and 1.39 %) was greater than the sterile room drying method (4.77, 3.63 and 3.32 %). There is no significant difference of both methods in controlling the coconut rhinoceros beetle larvae (100 %). Considering the cost of electricity, the sterile room drying method (37.55 baht per day) costed seven times lower than a hot air oven drying method (268.10 baht per day).

Keywords: Metarhizium fungal**,** The Metarhizium fungal fresh cultures in pellet formulation

รหัสการทดลอง 03-05-59-02-01-00-41-63

บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการทำแห้งราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด ทำการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการเชื้อราโรคแมลง กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการทำแห้งชีวภัณฑ์ราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด 2 กรรมวิธีคือ การทำแห้งชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดโดยใช้การอบในตู้อบความร้อนอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการทำแห้งโดยการตากในห้องปิด (ปลอดเชื้อ) ขนาด 3x3 เมตร อุณหภูมิ 30±3 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างชีวภัณฑ์หลังทดสอบทุก 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบจำนวนโคนิเดีย ค่าเฉลี่ยปริมาณการงอกของเชื้อ (CFU) และค่าเฉลี่ยความชื้นของชีวภัณฑ์อัดเม็ดแต่ละกรรมวิธี พบว่าการตากชีวภัณฑ์ในห้องปิด (ปลอดเชื้อ) ที่ 24 ชั่วโมงเป็นวิธีการที่เหมาะสม เนื่องจากชีวภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีคุณภาพ สามารถรักษาปริมาณการงอกของโคนิเดียเชื้อได้ นอกจากนี้ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ผลิตได้ยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนด้วงแรดมะพร้าว ผลการทดลอง 3 ครั้ง พบว่าที่ 24 ชั่วโมง จำนวนโคนิเดียไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการอบมีจำนวนโคนิเดียที่ $1.09x10^8$, $3.12x10^8$ และ $1.50x10^8$ โคนิเดีย/มล. วิธีการตากมีจำนวนโคนิเดียที่ $2.32x10^8$, $2.55x10^8$ และ $2.18x10^7$ โคนิเดีย/มล. ส่วนปริมาณการงอกของโคนิเดียเชื้อพบว่าการตากในห้องปิดมีปริมาณการงอกของเชื้อที่ $6.25x10^7$, $5.17x10^7$ และ $2.73x10^8$ cfu/กรัม ขณะที่การอบมีปริมาณการงอกของเชื้อที่ $3.64x10^5$, $2.65x10^6$ และ $1.95x10^7$ cfu/กรัม ส่วนความชื้นของชีวภัณฑ์ พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 ครั้ง วิธีการอบทำให้ความชื้นลดลงมากกว่าที่ 1.91, 2.64 และ 1.39 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการตากลดความชื้นได้ที่ 4.77, 3.63 และ 3.32 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 2 กรรมวิธีพบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนด้วงแรดมะพร้าวได้ 100 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าไฟฟ้า พบว่าการทำแห้งโดยการตากในห้องปิด มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการอบชีวภัณฑ์ถึง 7 เท่า โดยวิธีการตากมีต้นทุนค่าไฟฟ้า 37.55 บาท/วัน ขณะที่วิธีการอบมีต้นทุนค่าไฟฟ้า 268.10 บาท/วัน

คำหลัก: เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม ชีวภัณฑ์เชื้อราเขียวเมตาไรเซียมรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด

คำนำ

จากการขยายพื้นที่ปลูกมะพร้าวและปาล์มน้ำมันกันมากในเขตภาคกลาง และภาคใต้ เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ค่อยให้ความสนใจในการดูแลพื้นที่ มักมีการกองเศษซากพืช ขุยมะพร้าว กากทะลายปาล์ม หรือการปล่อยให้มะพร้าวยืนต้นตาย การปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ ทำให้กลายเป็นแหล่งขยายพันธุ์ของด้วงแรดซึ่งเป็นศัตรูสำคัญของมะพร้าวและพืชตระกูลปาล์ม เนื่องจากพื้นที่ในการปลูกมะพร้าวและปาล์มน้ำมันมีขนาดค่อนข้างใหญ่ทำให้การควบคุมทำได้ยาก การป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมีเป็นวิธีการที่สิ้นเปลืองและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ รวมทั้งข้อจำกัดในเรื่องพิษตกค้างของ

สารเคมีในผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์มที่ส่งออกทำให้เกษตรกรต้องหาวิธีการควบคุมด้วงแรดโดยใช้วิธีอื่นแทน ซึ่งได้แก่ วิธีกล วิธีเขตกรรม และการควบคุมโดยชีววิธี

การใช้เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม (*Metarhizium anisopliae*) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกเพื่อลดการใช้สารเคมี เนื่องจากสามารถใช้กำจัดแมลงในกลุ่มหนอนด้วง โดยเฉพาะด้วงแรด การใช้เชื้อราเขียวควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยกรมวิชาการเกษตร เริ่มในปี 2521 โดย มลิวัลย์และอัจฉรา ได้ค้นพบเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมที่เป็นสาเหตุของโรคราในด้วงแรดมะพร้าว ต่อมาได้ทำการวิจัยและศึกษาการผลิตเชื้อราเขียวโดยใช้อาหารเทียม ซึ่งทำจากวัสดุภายในประเทศราคาประหยัด (มลิวัลย์, 2523 ก; ข) นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความคงทนในการเก็บรักษาเชื้อ และตรวจสอบประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการ (มลิวัลย์และสุรพล, 2525; มลิวัลย์และสุรพล, 2526 ก; ข) ต่อมา เสาวนิตย์และคณะ (2548) ได้ศึกษาเรื่องสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นพื้นฐานในการผลิตขยายเชื้อราชนิดนี้ โดยศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราเขียว ได้แก่ ชนิดธัญพืช ความชื้น ปริมาณการใช้โมลาส และยูเรีย ที่เหมาะสม

ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้คัดเลือกราเขียวเมตาไรเซียม (*Metarhizium anisopliae* สายพันธุ์กรมวิชาการเกษตร (DOA-M5) ที่มีความจำเพาะเจาะจงในการเข้าทำลายด้วงแรดซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญในมะพร้าวและพืชตระกูลปาล์ม โดยราเขียวสามารถทำลายเหยื่อได้ทั้งในระยะตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย โดย เสาวนิตย์และคณะ (2553) ได้ทำการคัดเลือกหาสายพันธุ์เชื้อราเขียวเมตาไรเซียมที่แยกเชื้อบริสุทธิ์ได้ในห้องปฏิบัติการ นำไปทดสอบประสิทธิภาพกับแมลงศัตรูมะพร้าวได้แก่ หนอนด้วงแรด หนอนแมลงดำหนาม และหนอนหัวดำมะพร้าว ในปี 2560, อัมพรและคณะ ได้นำไปขยายผลในพื้นที่อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ต่อมา ปี 2561 เสาวนิตย์และคณะ ได้ศึกษารูปแบบการผลิตและการประยุกต์ใช้ชีวภัณฑ์เชื้อราเขียวเมตาไรเซียมในการกำจัดด้วงแรด พัฒนากระบวนการผลิตในรูปแบบที่สะดวกต่อการใช้และการเก็บรักษา โดยศึกษาการผลิตในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด (pellet) ซึ่งพบว่ายังคงมีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงแรดได้ดีไม่แตกต่างจากการใช้เชื้อสดที่เคยแนะนำ

จากการสนับสนุนของภาครัฐในเรื่องลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรและการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ ทำให้เกิดการตื่นตัวทั้งภาครัฐ และเอกชน โดยภาครัฐมีการสร้างเครือข่ายการผลิตขยายชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมศัตรูพืชและขยายผลลงในพื้นที่มากขึ้น ส่วนภาคเอกชนก็หันมาลงทุนในธุรกิจที่เกี่ยวกับชีวภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ที่ผ่านมาการผลิตชีวภัณฑ์รูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด มักประสบปัญหาการผลิตในเรื่องกระบวนการทำให้แห้ง เนื่องจากห้องปฏิบัติการมีขนาดเล็ก และมีพื้นที่ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นการทำแห้ง จึงจำเป็นต้องนำชีวภัณฑ์รูปแบบเชื้อสดอัดเม็ดที่ผลิตได้เข้าตู้อบ ซึ่งต้องอบในอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาความมีชีวิตของเชื้อ ในการอบแต่ละครั้งสามารถใส่ชีวภัณฑ์ในตู้อบได้ไม่เกิน 2.8 กิโลกรัม และใช้เวลาในการอบ 1 วัน จากนั้นจึงย้ายชีวภัณฑ์ใส่ตู้ดูดความชื้น ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3 วัน เพื่อให้ความชื้นของชีวภัณฑ์ลดลงเหลือ 1 เปอร์เซ็นต์ ขั้นตอนในทำแห้งชีวภัณฑ์เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากต้องลดความชื้นเพื่อให้เชื้อราชะงักการเจริญเติบโต จำเป็นต้องใช้ห้องที่สามารถดูแลความสะอาดได้เป็นอย่างดี เพื่อให้การทำแห้งชีวภัณฑ์ก่อนเก็บ

ปลอดภัยต่อการปนเปื้อนเชื้อมากที่สุด การมีห้องที่เป็นสัดส่วนและสามารถดูแลเรื่องความสะอาดได้ดี นับเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการผลิตชีวภัณฑ์ให้มีคุณภาพ ในปีงบประมาณ 2561 งานเชื้อราโรคแมลง ได้รับงบประมาณในการปรับปรุงห้องปฏิบัติการ จึงมีแนวคิดในการศึกษากระบวนการทำแห้งชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้ในห้องที่ปรับปรุงใหม่ เปรียบเทียบกับการอบเชื้อในตู้อบแบบวิธีการเดิม ซึ่งจะได้ทราบความแตกต่าง ข้อดี ข้อเสีย ของแต่ละวิธี เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการผลิตขยายต่อไปในอนาคต

<u>วัตถุประสงค์</u>

ต้องการศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการทำแห้งชีวภัณฑ์ราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ดที่ทำแห้งโดยใช้การอบในตู้อบความร้อน 50±2 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการทำแห้งโดยการตากในห้องตากเชื้อในห้องขนาด 3x3 เมตร ที่อุณหภูมิประมาณ 30±3 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบความแตกต่าง ข้อดี ข้อเสีย ของแต่ละวิธี เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการผลิตขยายต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ราสาเหตุโรคแมลง ได้แก่ *Metarhizium anisopliae* สายพันธุ์กรมวิชาการเกษตร DOA-M5
2. Potato Dextrose Agar (PDA)
3. Potato Dextrose Broth (PDB)
4. เครื่องนับสปอร์ (Hemocytometer)
5. เครื่องเขย่าผสมสาร (Vortex)
6. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)
7. ตู้เขี่ยเชื้อ
8. กล้องจุลทรรศน์
9. ตู้อบความร้อน (Hot Air Oven)
10. เครื่องดูดความชื้น/ตู้ดูดความชื้น
11. พัดลมดูดอากาศ
12. ที่ดูดสปอร์ (Micropipet)
13. ชั้นสำหรับเลี้ยง และตากเชื้อที่มีชั้นย่อย 4 ชั้น แต่ละชั้นย่อยมีตะแกรงที่มีรู เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้
14. ที่วัดอุณหภูมิ และความชื้น
15. ฟลาสก์ ขนาด 250, 500 มล.
16. บีกเกอร์ ขนาด 250, 500, 1000 มล.
17. กระบอกตวง ขนาด 250, 500, 1000 มล.
18. ข้าวโพดบดหยาบ
19. ดินภูไมท์

วิธีการ

การเลี้ยงขยายหัวเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมเพื่อใช้เป็น stock culture

นำ stock เชื้อราเขียวเมตาไรเซียมมาเลี้ยงขยายเพิ่มปริมาณในอาหารเหลว (PDB) เพื่อเป็นต้นเชื้อ (inoculum) สำหรับการผลิตขยาย โดยตัดชิ้นวุ้นที่มีเชื้อราเขียวประมาณ 1X1 เซนติเมตร ถ่ายใส่ลงในฟลาสค์อาหารเหลว (PDB) นำไปเลี้ยงบนเครื่องเขย่า ที่ความเร็วรอบ 180 รอบ/นาที เป็นเวลานาน 4 วัน ตรวจเช็คการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นด้วยกล้องจุลทรรศน์ก่อนจะนำมาเลี้ยงขยายต่อบนข้าวโพดบดหยาบ

1. การเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนข้าวโพดบดหยาบในปริมาณมากเพื่อใช้ในงานทดลอง

บรรจุข้าวโพดบดหยาบใส่ถุงพลาสติกทนร้อนถุงละ 250 กรัม เติมน้ำ 250 มิลลิลิตร ปิดปากถุงด้วยจุกสำลีและหุ้มทับด้วยกระดาษ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ ตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น ถ่ายหัวเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมจากฟลาสค์อาหารเหลว (PDB) ที่เลี้ยงไว้ ใส่บนข้าวโพดบดหยาบที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อถุง คลุกให้เชื้อกระจายทั่วอาหาร นำมาเลี้ยงบนชั้นเลี้ยง (ชั้นเลี้ยง 1 ชุดประกอบด้วย 4 ชั้นย่อย แต่ละชั้นมีถาดขนาด 1.80X2.00 เมตร) โดยทดสอบการเลี้ยง 2 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 เทส่วนผสมที่คลุกแล้วลงในถาดเกลี่ยให้มีความหนาเสมอกัน รูปแบบที่ 2 วางถุงเชื้อที่เตรียมไว้บนชั้นเลี้ยง เลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้อง 30$\pm$3 องศาเซลเซียส ประมาณ 14 วัน หรือจนกว่าราเขียวเมตาไรเซียมจะเจริญจนเต็มอาหาร จดบันทึกระยะเวลาการเจริญเติบโตของเชื้อทั้ง 2 รูปแบบ เลือกรูปแบบที่เหมาะสมในการเลี้ยงขยาย และเมื่อเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมเจริญเติบโตและสร้างโคนิเดียจนเต็มแล้ว นำเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมทั้งหมดที่ได้ไปผลิตชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ด จากนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน นำมาศึกษาวิธีการทำแห้งที่เหมาะสม เพื่อให้ความชื้นของชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดที่ผลิตได้ลดลงเร็วที่สุด ลดระยะเวลาในการตากเชื้อ และหาวิธีการที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

2. ศึกษากระบวนการทำแห้งเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด

เลือกวิธีการเลี้ยงขยายที่ดีที่สุดในข้อ 1 มาใช้เลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมแล้วนำมาอัดเม็ด (เสาวนิตย์และคณะ 2561) แบ่งชีวภัณฑ์ที่ได้จากการอัดเม็ดออกเป็น 2 ส่วน เพื่อนำไปศึกษากระบวนการทำแห้ง 2 กรรมวิธี

<u>วิธีการทดลอง</u>

วางแผนการทดลอง -

เปรียบเทียบการทำแห้งชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดระหว่าง 2 กรรมวิธี โดยใช้ T test

กรรมวิธีที่ 1 อบชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดในตู้อบอุณหภูมิ 50$\pm$2 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่ 2 ตากชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดในห้องปิด (ปลอดเชื้อ) อุณหภูมิ 30$\pm$3 องศาเซลเซียส (ใช้เครื่องดูดความชื้น และพัดลมดูดอากาศตลอดเวลา)

กรรมวิธีที่ 1

ส่วนที่ 1 นำชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดมาแบ่งเข้าตู้อบอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียส อบเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดเข้าตู้ดูดความชื้น ทำการสุ่มตัวอย่างชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ด โดย 1 หน่วยการทดลอง (ถาด) สุ่ม 5 จุด (เก็บชีวภัณฑ์ที่มุมทั้ง 4 จุด และเก็บบริเวณกลางถาด 1 จุด) แล้วนำมารวมกันเพื่อเป็นตัวแทนหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคนิเดีย ค่าเฉลี่ยปริมาณการงอกของเชื้อ (CFU) ในแต่ละถาด และค่าเฉลี่ยความชื้นของชีวภัณฑ์อัดเม็ด ความชื้นของเม็ดชีวภัณฑ์ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ (Jaronski and Mascarin, 2017) โดยมีการสุ่มตรวจทุกๆ 24 ชั่วโมง ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่เหลือจากการตรวจสอบนำมาบรรจุใส่ถุงอลูเนียมฟอยล์ภายใต้ระบบสุญญากาศ เก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ (7±2 องศาเซลเซียส) เพื่อรอการนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนด้วงแรด บันทึกระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด

หมายเหตุ: ความจุของตู้อบ สามารถใส่ถาดขนาด 20X30 เซนติเมตร ได้ทั้งหมด 11 ถาด

กรรมวิธีที่ 2

ส่วนที่ 2 นำชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดมาตากในห้องปิดที่ทำความสะอาดฆ่าเชื้อก่อนเริ่มทดลอง เทชีวภัณฑ์อัดเม็ดบนกระดาษไขที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว และวางอยู่บนชั้นตากเชื้อแต่ละชั้นทั้งหมด 11 ชั้น เกลี่ยให้บางเสมอกัน ระหว่างทำการทดลองเปิดพัดลมดูดอากาศ และเครื่องดูดความชื้นไว้ตลอดเวลา สุ่มเก็บตัวอย่างชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดทุกๆ 24 ชั่วโมง โดย 1 หน่วยการทดลอง (ชั้นตากเชื้อ) สุ่มเก็บชั้นละ 5 จุด (เก็บชีวภัณฑ์ที่มุมทั้ง 4 จุด และเก็บบริเวณกลางชั้น 1 จุด) นำชีวภัณฑ์ที่เก็บทั้ง 5 จุดมารวมกัน เพื่อเป็นตัวแทนหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคนิเดีย ค่าเฉลี่ยปริมาณการงอกของเชื้อ (CFU) และค่าเฉลี่ยความชื้นของชีวภัณฑ์อัดเม็ด โดยมีการสุ่มทุกๆ 24 ชั่วโมง จนได้ค่าความชื้นของชีวภัณฑ์ใกล้เคียงกับการอบในตู้อบ หรือความชื้นในชีวภัณฑ์ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่เหลือจากการตรวจสอบนำมาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์และเก็บใส่ตู้เย็นเพื่อรอทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนด้วงแรดต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ T test

นำข้อมูลค่าเฉลี่ยของจำนวนโคนิเดีย ค่าเฉลี่ยปริมาณการงอกของเชื้อ (CFU) และค่าเฉลี่ยความชื้นจาก กรรมวิธีที่ 1 การตากเชื้อในตู้อบอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียส จำนวน 11 หน่วยการทดลอง (ถาด) และกรรมวิธีที่ 2 การตากเชื้อในห้องปิด (ในชั้นตากเชื้อทั้งหมด 11 ชั้น) ที่ใช้เครื่องดูดความชื้น และพัดลมดูดอากาศ ในการเปรียบเทียบ

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการอบแห้ง ทำการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์อัดเม็ดทั้ง 2 กรรมวิธี โดยทดสอบปริมาณการงอกของเชื้อ (CFU) และทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์อัดเม็ดทั้ง 2 กรรมวิธีกับหนอนด้วงแรดในห้องปฏิบัติการ

การตรวจสอบปริมาณการงอกของเชื้อรา (CFU)

นำชีวภัณฑ์ราเขียวที่สิ้นสุดกระบวนการอบแห้งทั้ง 2 กรรมวิธี มาศึกษาปริมาณการงอกของเชื้อรา (CFU) โดยการทำ dilution เริ่มจากการเตรียมน้ำนึ่งฆ่าเชื้อใส่หลอด หลอดละ 9 มิลลิลิตร ชั่งชีวภัณฑ์อัดเม็ดทั้ง 2 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 1 กรัม ใส่ในหลอดน้ำที่เตรียม ปั่นให้ชีวภัณฑ์แตกตัว จากนั้นใช้ไมโครปิเปต

ดูดสารแขวนลอยเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากหลอดที่ 1 (10^{-1}) ถ่ายใส่หลอดน้ำนึ่งฆ่าเชื้อหลอดที่ 2 ซึ่งมีน้ำปริมาตร 9 มิลลิลิตรเช่นกัน ปั่นให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ไมโครปิเปตดูดสารแขวนลอยเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากหลอดที่ 2 (10^{-2}) ถ่ายใส่หลอดน้ำนึ่งฆ่าเชื้อหลอดที่ 3 ทำการเจือจางด้วยวิธีการนี้จนถึงความเข้มข้นที่ 10^{-5} จากนั้นจึงนำสารแขวนลอยที่ได้ไปเลี้ยงบนอาหาร PDA นาน 4 วัน จึงนับโคโลนีเชื้อที่เกิดขึ้น จดบันทึกข้อมูลปริมาณการงอกของโคนิเดียเชื้อ (cfu)

เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละกรรมวิธี

คำนวนค่าใช้จ่ายจากการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละกรรมวิธี นำมาเปรียบเทียบเพื่อดูต้นทุนค่าใช้จ่ายของแต่ละกรรมวิธี

3. การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์กับหนอนด้วงแรดในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำชีวภัณฑ์ราเขียวที่สิ้นสุดกระบวนการอบแห้งทั้ง 2 กรรมวิธี มาศึกษาประสิทธิภาพกับหนอนด้วงแรด โดยเตรียมกล่องพลาสติกใส แบบมีฝาปิดขนาด 10×7.5×5 เซนติเมตร เจาะที่ฝากล่องขนาด 12x17 เซนติเมตร ปิดด้วยตาข่ายเพื่อเพิ่มการระบายอากาศที่ฝากล่อง จำนวน 55 กล่อง ต่อ 1 กรรมวิธี ใส่กาบมะพร้าวสับที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 70 กรัม ต่อ กล่อง พ่นน้ำกรองนึ่งฆ่าเชื้อให้ความชื้นแก่กาบมะพร้าวสับ ใส่ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่อบแห้งทั้ง 2 กรรมวิธี แยกกันในปริมาณ 2 กรัม ต่อ กล่อง ใส่หนอนด้วงแรดมะพร้าว 1 ตัว ต่อ กล่อง ปิดฝากล่อง เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตและทำการบันทึกการติดเชื้อของหนอนด้วงแรด ทุก 2 วัน ประมาณ 2 สัปดาห์ หรือจนกว่าหนอนด้วงแรดจะตายหมด บันทึกระยะเวลาที่ทำให้หนอนด้วงแรดตายในแต่ละกรรมวิธี เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลโดยใช้ T test

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- ปริมาณของชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดทั้งหมดที่ได้จากการเลี้ยงในชั้นเลี้ยงต่อครั้ง
- ค่าความชื้นของเม็ดชีวภัณฑ์ที่เก็บทุก 24 ชั่วโมง
- จำนวนโคนิเดีย
- ปริมาณการงอกของเชื้อ (CFU)
- ระยะเวลาที่เม็ดชีวภัณฑ์แห้ง
- การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ
- ระยะเวลาที่ทำให้หนอนด้วงแรดตายในแต่ละกรรมวิธี
- คำนวนต้นทุนเพื่อเปรียบเทียบวิธีการทำแห้งทั้ง 2 กรรมวิธี

เวลาและสถานที่

: เริ่มต้น ตุลาคม 2562 สิ้นสุด กันยายน 2564

ห้องปฏิบัติการเชื้อราโรคแมลง กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนข้าวโพดบดหยาบในปริมาณมากเพื่อใช้ในงานทดลอง

การดำเนินงานในช่วงแรก ได้ศึกษาวิธีการเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมเบื้องต้นในห้องปลอดเชื้อขนาด 3x3 เมตร การทดสอบในครั้งแรกเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนชั้นเลี้ยง โดยใส่ส่วนผสมที่คลุกแล้วลงในถาดขนาด 1.80x2.00 เมตร ทดสอบเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนชั้นเลี้ยง จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้ชั้นเลี้ยงที่คลุมพลาสติกรอบทั้ง 4 ด้าน ครั้งที่ 2 ใช้ชั้นเลี้ยงที่ไม่ได้คลุมพลาสติก ผลการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง พบว่า

ครั้งที่ 1 ทดสอบเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนข้าวโพดบดหยาบ โดยนำมาเลี้ยงบนชั้นเลี้ยงที่คลุมด้วยพลาสติกใส เกลี่ยส่วนผสมให้ทั่วทั้งถาด เลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้อง ผลจากการเลี้ยงในชั้นเลี้ยงที่คลุมพลาสติกพบว่าภายในถาดเลี้ยงเกิดความชื้นค่อนข้างสูง และพบการปนเปื้อนจากเชื้อราชนิดอื่นในถาดเลี้ยงในวันที่ 2 ของการเลี้ยง จึงยุติการเลี้ยงและทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยง

ครั้งที่ 2 เลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนข้าวโพดบดหยาบ ในชั้นเลี้ยงที่ไม่ได้คลุมพลาสติก ผลจากการเลี้ยงพบว่าส่วนผสมในชั้นค่อนข้างแห้ง ทำให้เชื้อราเขียวเมตาไรเซียมไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร จึงยุติการเลี้ยง และปรับการเลี้ยงใหม่

เนื่องจากผลการเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนชั้นเลี้ยงทั้ง 2 ครั้ง พบว่าเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และเกิดปัญหาการปนเปื้อนเชื้ออื่น ดังนั้นจึงเริ่มการทดสอบใหม่ โดยทดสอบการเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียม 3 รูปแบบเพื่อยืนยันผลอีกครั้ง คือ การเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนชั้นเลี้ยงแบบที่มีพลาสติกคลุมรอบทั้ง 4 ด้าน การเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนชั้นเลี้ยงที่ไม่มีพลาสติกคลุมรอบ และการเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งได้ดำเนินการทดสอบทั้ง 3 รูปแบบ (ภาพที่ 1) ดังนี้

แบบที่ 1 นำข้าวโพดบดหยาบที่คลุกราเขียวเมตาไรเซียมแล้วมาเทลงบนชั้นเลี้ยงที่มีพลาสติกปิดรอบทั้ง 4 ด้าน อัตรา 1 ถุง/ชั้น เลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดสอบเลี้ยงครั้งที่ 1 คือส่วนผสมในชั้นล่างสุดแห้งภายใน 24 ชั่วโมง ส่วนอีก 2 ชั้นด้านบนเกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น

แบบที่ 2 นำข้าวโพดบดหยาบที่คลุกราเขียวเมตาไรเซียมแล้ว นำมาเลี้ยงบนชั้นเลี้ยงที่ไม่ได้คลุมพลาสติก อัตรา 1 ถุง/ชั้น เลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดสอบเลี้ยงครั้งที่ 1 คือส่วนผสมของข้าวโพดบดหยาบกับราเขียวเมตาไรเซียมเริ่มแห้งภายใน 24 ชั่วโมง ราเขียวเมตาไรเซียมไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร เนื่องจากวัสดุที่เลี้ยงแห้งเร็วเกินไป และมีลักษณะเหมือนกันทั้ง 3 ชั้น

แบบที่ 3 นำข้าวโพดบดหยาบที่คลุกราเขียวเมตาไรเซียมแล้วเลี้ยงในถุงพลาสติก ถุงละ 600 กรัม นำถุงเชื้อมาวางที่ชั้นเลี้ยงทั้ง 3 ชั้น อัตรา 1 ถุง/ชั้น เลี้ยงทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าราเขียวเมตาไรเซียมเจริญเติบโตปกติ ไม่ปนเปื้อนเชื้ออื่น

ดังนั้นจากผลการเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมบนข้าวโพดบดหยาบในปริมาณมากเบื้องต้น ได้เลือกวิธีการเลี้ยงขยายแบบที่ 3 คือการเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมในถุงพลาสติก เพื่อนำมาศึกษากระบวนการทำแห้งราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสด

2. ศึกษากระบวนการทำแห้งเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด

เลือกวิธีการเลี้ยงขยายแบบที่ 3 คือการเลี้ยงขยายราเขียวเมตาไรเซียมในถุงพลาสติกก่อน จากนั้นนำราเขียวเมตาไรเซียมที่ได้มาผสมสารพาแล้วนำไปอัดเม็ด (เสาวนิตย์ และคณะ 2561) (ภาพที่ 2) ทำการศึกษากระบวนการทำแห้งราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด แบ่งชีวภัณฑ์ที่ได้จากการอัดเม็ดออกเป็น 2 ส่วน เพื่อศึกษากระบวนการทำแห้ง 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 การอบชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดในตู้อบอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียส และกรรมวิธีที่ 2 การตากชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดในห้องปิด (ปลอดเชื้อ) อุณหภูมิ 30±3 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 3) แต่ละส่วน เก็บข้อมูลจำนวน 11 ชุด

- ส่วนที่ 1 นำไปอบในตู้อบความร้อน อุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บข้อมูลต่างๆ ตามการบันทึกข้อมูลที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง (ภาพที่ 4)

- ส่วนที่ 2 นำมาตากในห้องปลอดเชื้อขนาด 3x3 เมตร อุณหภูมิในห้องเฉลี่ย 30±3 องศาเซลเซียล โดยเปิดเครื่องดูดความชื้น และพัดลมดูดอากาศต่อเนื่องตลอดเวลา และเก็บข้อมูลต่างๆ ตามการบันทึกข้อมูลที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง (ภาพที่ 5)

การศึกษากระบวนการทำแห้งเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด จำนวน 3 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ทดสอบในเดือนตุลาคม 2563

ชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดมีความชื้นก่อนทดสอบ 36.55% มีจำนวนโคนิเดีย $2.50x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $3.95x10^7$ cfu/กรัม

ข้อมูลความชื้นในผลิตภัณฑ์

- เมื่อเข้าตู้อบอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงเหลือ 1.91% และเมื่อเข้าตู้ดูดความชื้นต่ออีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะลดลง 1.40, 1.30 และ 0.91 ตามลำดับ

- ชีวภัณฑ์ที่ตากในห้องตากเชื้อ 30±3 องศาเซลเซียล เมื่อตากทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะลดลงเหลือ 4.77 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มระยะเวลาตากเชื้อและดูดความชื้นต่อไปอีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะเท่ากับ 4.62, 4.11 และ 4.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ข้อมูลจำนวนโคนิเดียและปริมาณการงอก

- หลังเข้าตู้อบ 24 ชั่วโมง พบว่ามีจำนวนโคนิเดีย $1.09x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $3.64x10^5$ cfu/กรัม เมื่อดูดความชื้นต่ออีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง จะมีจำนวนโคนิเดียที่ $1.23x10^8$, $2.05x10^8$ และ $1.00 x10^8$ โคนิเดีย/มล. และพบปริมาณการงอกหลังดูด

ความชื้น 48 ชั่วโมงที่ $1.16x10^6$ cfu/กรัม ส่วนหลังดูดความชื้นที่ 72 และ 96 ชั่วโมง พบการปนเปื้อนไม่สามารถนับการงอกของเชื้อได้

- ชีวภัณฑ์ที่ตากในห้องตากเชื้อเป็นเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีจำนวนโคนิเดียเท่ากับ $2.32x10^8$, $1.00x10^8$, $1.68x10^8$ และ $1.14x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $6.25x10^7$, $8.18x10^7$, $2.74x10^7$และ $5.22x10^7$ cfu/กรัม ตามลำดับ **(ตารางที่ 1)**

ครั้งที่ 2 ทดสอบในเดือนมกราคม 2564

ชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดมีความชื้นก่อนทดสอบ 34.67 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนโคนิเดีย $2.00x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $3.82x10^7$ cfu/กรัม

ข้อมูลความชื้นในผลิตภัณฑ์

- เมื่อเข้าตู้อบอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงเหลือ 2.64 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเข้าตู้ดูดความชื้นต่ออีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะลดลง 1.80, 1.49 และ 1.44 ตามลำดับ

- ชีวภัณฑ์ที่ตากในห้องตากเชื้อ 30±3 องศาเซลเซียล เมื่อตากทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะลดลงเหลือ 3.63 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มระยะเวลาตากเชื้อและดูดความชื้นต่อไปอีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะเท่ากับ 3.82, 3.79 และ 4.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ข้อมูลจำนวนโคนิเดียและปริมาณการงอก

- หลังเข้าตู้อบ 24 ชั่วโมง พบว่ามีจำนวนโคนิเดีย $3.12x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $2.65x10^6$ cfu/กรัม เมื่อดูดความชื้นต่ออีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง จะมีจำนวนโคนิเดียที่ $2.75x10^8$, $2.13x10^8$ และ $1.16 x10^8$ โคนิเดีย/กรัม และพบปริมาณการงอกหลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมงที่ $8.55x10^5$, $4.36 x10^5$ และ $2.17x10^7$ cfu/กรัม

- ชีวภัณฑ์ที่ตากในห้องตากเชื้อเป็นเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีจำนวนโคนิเดียที่ $2.55x10^8$, $2.33x10^8$, $2.45x10^8$ และ $1.02x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $5.17x10^7$, $3.40x10^7$, $2.93x10^6$และ $1.89x10^6$ cfu/กรัม ตามลำดับ **(ตารางที่ 2)**

ครั้งที่ 3 ทดสอบในเดือนกรกฎาคม 2564

ชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดมีความชื้นก่อนทดสอบ 36.06 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนโคนิเดีย $2.57x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $5.30x10^7$ cfu/กรัม

ข้อมูลความชื้นในผลิตภัณฑ์

- เมื่อเข้าตู้อบอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงเหลือ 1.39 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเข้าตู้ดูดความชื้นต่ออีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะลดลง 1.29, 1.29 และ 1.12 ตามลำดับ

- ชีวภัณฑ์ที่ตากในห้องตากเชื้อ 32±3 องศาเซลเซียล เมื่อตากทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะลดลงเหลือ 3.32 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มระยะเวลาตากเชื้อและดูดความชื้นต่อไปอีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะเท่ากับ 3.65, 3.32 และ 3.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ข้อมูลจำนวนโคนิเดียและปริมาณการงอก

- หลังเข้าตู้อบ 24 ชั่วโมง พบว่ามีจำนวนโคนิเดีย $1.50x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $1.95x10^7$ cfu/กรัม เมื่อดูดความชื้นต่ออีก 3 วัน หลังดูดความชื้น 48, 72 และ 96 ชั่วโมง จะมีจำนวนโคนิเดียที่ $1.91x10^8$, $1.09x10^8$ และ $1.68 x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $1.25x10^7$, $4.00x10^5$ และ $8.09 x10^6$ cfu/กรัม ตามลำดับ

- ชีวภัณฑ์ที่ตากในห้องตากเชื้อเป็นเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง มีจำนวนโคนิเดียเท่ากับ $2.18x10^7$, $1.64x10^8$, $3.05x10^8$, $1.95x10^8$ โคนิเดีย/มล. และมีปริมาณการงอกที่ $2.73x10^8$, $1.49x10^8$, $1.57x10^7$ และ $8.56x10^6$ cfu/กรัม ตามลำดับ **(ตารางที่ 3)**

3. การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์กับหนอนด้วงแรดในสภาพห้องปฏิบัติการ

ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่เหลือจากการตรวจสอบความชื้น จำนวนโคนิเดีย และปริมาณการงอกของโคนิเดียเชื้อ นำมาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์และเก็บใส่ตู้เย็นเพื่อรอทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนด้วงแรด (ภาพที่ 6) จากการนำราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ดที่ได้ในแต่ละกรรมวิธีมาทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนด้วงแรดทุก 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง (ตารางที่ 1-3) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ผ่านกระบวนการทำแห้งทั้ง 2 รูปแบบกับหนอนด้วงแรด พบว่าสามารถทำให้หนอนด้วงแรดติดเชื้อราเขียวเมตาไรเซียม 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 14 วัน (ภาพที่ 7) ได้ทั้ง 2 รูปแบบ และผลการทดสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 ครั้ง คือ การใช้ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ทำแห้งโดยกรรมวิธีการตากในห้องตากเชื้อพบว่าหนอนด้วงแรดที่ใช้ทดสอบจะเริ่มติดเชื้อตายภายใน 10-12 วัน หลังใส่เชื้อทดสอบ ซึ่งหนอนจะติดเชื้อได้เร็วกว่าการใช้ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ทำแห้งโดยกรรมวิธีการอบในตู้อบความร้อน

จากข้อมูลการทดสอบการทำแห้งราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ดทั้ง 3 ครั้ง พบว่า

1. กรรมวิธีการอบในตู้อบความร้อนอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียล สามารถลดความชื้นในชีวภัณฑ์อัดเม็ดได้มากกว่ากรรมวิธีการตากในห้องตากเชื้ออุณหภูมิ 30±3 องศาเซลเซียล โดยพบว่าความชื้นในชีวภัณฑ์อัดเม็ดของกรรมวิธีการอบจะลดลงครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับกรรมวิธีการตากเชื้อ อย่างไรก็ดีชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ได้ทั้ง 2 กรรมวิธี มีความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 5 เปอรเซ็นต์ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Jaronski and Mascarin (2017) ที่ศึกษากระบวนการผลิตขยายราสาเหตุโรคแมลงและได้กล่าวไว้ว่าความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อยืดอายุในการเก็บรักษาชีวภัณฑ์ให้นานขึ้น

2. จำนวนโคนิเดียที่ได้จากชีวภัณฑ์อัดเม็ดทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่แตกต่างกัน

3. กรรมวิธีการอบในตู้อบความร้อนอุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียล พบว่ามีปริมาณการงอกของโคนิเดียเชื้อในชีวภัณฑ์อัดเม็ดน้อยกว่าปริมาณการงอกของโคนิเดียเชื้อในชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ตากในห้องตากเชื้ออุณหภูมิ 32±3 องศาเซลเซียล

4. ประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ผ่านกระบวนการทำแห้งทั้ง 2 รูปแบบ เมื่อทดสอบกับหนอนด้วงแรด พบว่าสามารถทำให้หนอนด้วงแรดติดเชื้อราเขียวเมตาไรเซียม 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 14 วัน แต่การใช้ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ทำแห้งโดยกรรมวิธีการตากเชื้อ ทำให้หนอนด้วงแรดติดเชื้อได้เร็วกว่า โดยหนอนจะเริ่มตายภายใน 10-12 วัน หลังใส่เชื้อทดสอบ

5. เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า สามารถใช้เวลา 24 ชั่วโมง ในการทำให้ชีวภัณฑ์อัดเม็ดทั้ง 2 กรรมวิธีแห้งได้ ซึ่งความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 5 เปอรเซ็นต์ (Jaronski and Mascarin, 2017)

6. เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าใช้ไฟฟ้า (ภาคผนวก 1) พบว่ากรรมวิธีการอบชีวภัณฑ์ซึ่งต้องใช้ตู้อบลมร้อน และตู้ดูดความชื้นจะมีต้นทุนค่าใช้ไฟฟ้า 268.10 บาทต่อวัน ส่วนกรรมวิธีการตากชีวภัณฑ์ที่ต้องใช้พัดลมดูดอากาศ และเครื่องดูดความชื้น จะมีต้นทุนค่าใช้ไฟฟ้า 37.55 บาทต่อวัน ซึ่งมีต้นทุนที่แตกต่างกันถึง 7 เท่า

ดังนั้นจากข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าการทำแห้งราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด โดยนำชีวภัณฑ์อัดเม็ดตากในห้องตากเชื้อที่อุณหภูมิ 32±3 องศาเซลเซียล เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตขยายในรูปแบบเชิงการค้า เนื่องจากได้ชีวภัณฑ์ที่ยังคงคุณภาพสามารถรักษาปริมาณการงอกของโคนิเดียเชื้อได้ ความชื้นในชีวภัณฑ์ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ตามมาตราฐาน (Jaronski and Mascarin, 2017) ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ผลิตได้ยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนด้วงแรดมะพร้าว และต้นทุนการผลิตต่ำกว่า กรรมวิธีการอบชีวภัณฑ์ถึง 7 เท่า

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการศึกษากระบวนการทำแห้งเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด พบว่าวิธีการที่เหมาะสมในการทำแห้งชีวภัณฑ์ราเขียวเมตาไรเซียมในรูปแบบเชื้อสดอัดเม็ด ควรใช้วิธีการตากชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดในห้องปิด (ปลอดเชื้อ) ขนาด 3x3 เมตร ที่อุณหภูมิ 30±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง และควรเปิดเครื่องดูดความชื้น และพัดลมดูดอากาศตลอดเวลา ซึ่งการทำแห้งชีวภัณฑ์รูปแบบนี้เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตขยายในรูปแบบเชิงการค้า เนื่องจากชีวภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีคุณภาพ สามารถรักษาปริมาณการงอกของโคนิเดียเชื้อได้ และมีความชื้นในชีวภัณฑ์ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ตามมาตราฐาน นอกจากนี้ชีวภัณฑ์อัดเม็ดที่ผลิตได้ยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนด้วงแรดมะพร้าว และกรรมวิธีการตากชีวภัณฑ์เชื้อสดอัดเม็ดในห้องปิด (ปลอดเชื้อ) ยังมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่ากรรมวิธีการอบชีวภัณฑ์ถึง 7 เท่า

เอกสารอ้างอิง

มลิวัลย์ ปันยารชุน. 2523ก. การผลิตเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* บนอาหารเทียมแบบง่าย. หน้า 58-59. *ใน: รายงานสรุปผลค้นคว้าวิจัยกองกีฏและสัตววิทยา* กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

มลิวัลย์ ปันยารชุน. 2523ข. การผลิตและการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* var. *rhinoceros* แมลงและสัตว์ศัตรูพืช. หน้า 423-431. *ใน: รายงานการประชุมวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา ครั้งที่ 2* กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

มลิวัลย์ ปันยารชุน และสุรพล ตรุยานนท์. 2525. การศึกษาโรคเชื้อราเขียวของด้วงแรดมะพร้าว. หน้า 1-4. *ใน: รายงานสรุปผลงานค้นคว้าวิจัยกีฏและสัตววิทยา 2525*. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

มลิวัลย์ ปันยารชุน และสุรพล ตรุยานนท์. 2526ก. การตรวจสอบความรุนแรงของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ที่ผลิตด้วยข้าวเปลือกต่อด้วงแรดมะพร้าว. หน้า 1- 10. *ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2526 กองกีฏและสัตววิทยา* กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

มลิวัลย์ ปันยารชุน และสุรพล ตรุยานนท์. 2526ข. การศึกษาการเก็บรักษาความรุนแรงของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae*. หน้า 1-10. *ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2526 กองกีฏและสัตววิทยา* กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

มลิวัลย์ ปันยารชุน และอัจฉรา ตันติโชดก. 2521. โรคราของแมลงในประเทศไทยและผลของสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการงอกของเชื้อราของแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. หน้า 42-54. *ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยประจำปี 2521 กองกีฏและสัตววิทยา* กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ อภิรัชต์ สมฤทธ์ และอนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ. 2548. การวิจัยและพัฒนาการผลิตและใช้เชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* เพื่อประโยชน์ทางการเกษตร, น. 1785-1808. *ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2548 เล่มที่ 2* สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ISBN: 374-436-561-7.

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ เกรียงไกร จำเริญมา และสาทิพย์ มาลี. 2553. การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae*. หน้า 842-853. *ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 เล่ม 2*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 1/2554 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ อิศเรส เทียนทัด เมธาสิทธิ์ คนการ สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี ประภาพร ฉันทานุมัติ ดารากร เผ่าชู อุดมพร เสือมาก และภัสชญภณ หมื่นแจ้ง. 2561. *การผลิตและการประยุกต์ใช้ชีวภัณฑ์เชื้อราเขียวเมตาไรเซียมในการกำจัดด้วงแรด (Oryctes rhinoceros L.)*. รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม สนับสนุนโดยเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

อัมพร วิโนทัย พัชรีวรรณ จงจิตเมตต์ วลัยพร ศะศิประภา ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ สุวัฒน์ พูลพาน สุเทพ สหายา พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ ไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง นรีรัตน์ ชูช่วย พัชราพร หนูวิสัย

ประภาพร ฉันทานุมัติ ดารากร เผ่าชู สุนี ศรีสิงห์ อุดม วงศ์ชนะภัย ปิยนุช นาคะ วีรา คล้ายพุก หยกทิพย์ สุดารีย์ ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง และโกมินทร์ วิโรจน์วัฒนกุล. 2560. การจัดการแมลงศัตรูมะพร้าวแบบผสมผสานในพื้นที่แปลงใหญ่. รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม สนับสนุนโดยเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 152 หน้า.

Jaronski, S.T. and G.M. Mascarin. 2017. Mass Production of Fungal Entomopathogens, pp. 141-155. *In*: L.A. Lacey, ed. *Microbial Control of Insect and Mite Pests.* Elsevier Inc.

Table 1 The comparison of the moisture content, the number of conidia, the percentage of germination (CFU) and the efficiency for controlling coconut rhinoceros beetle of two drying methods at the laboratory in October 2020.

Treatment	Before			After 24 hr.[1/]				After 48 hr.[1/]				After 72 hr.[1/]				After 96 hr.[1/]			
	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	Bioassay (%)
Hot air oven 50±2°C	36.55[1/]	$2.5x10^8$	$3.95x10^7$	1.91	$1.09x10^8$	$3.64x10^5$	100	1.40	$1.23x10^8$	$1.16x10^6$	100	1.30	$2.05x10^8$	[2/]	100	0.91	$1.00x10^8$	[2/]	100
sterile room 30±3°C	36.55	$2.5x10^8$	$3.95x10^7$	4.77	$2.32x10^8$	$6.25x10^7$	100	4.62	$1.00x10^8$	$8.18x10^7$	100	4.11	$1.68x10^8$	$2.74x10^7$	100	4.14	$1.14x10^8$	$5.22x10^7$	100
T-test				-34.78**	-2.04^{ns}	-4.77**		-40.55**	0.58^{ns}	-8.84**		-41.49**	0.49^{ns}			-28.45**	-0.58^{ns}		

[1/] Means of 11 trails

[2/] Contaminated / unable to count spores

** P-value ≤ 0.01

* P-value ≤ of 0.05

[ns] No statistical difference

Table 2 The comparison of the moisture content, the number of conidia, the percentage of germination (CFU) and the efficiency for controlling coconut rhinoceros beetle of two drying methods at the laboratory in January 2021.

Treatment	Before			After 24 hr.[1/]				After 48 hr.[1/]				After 72 hr.[1/]				After 96 hr.[1/]			
	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	Bioassay (%)
Hot air oven 50±2°C	34.67[1/]	$2x10^8$	$3.82x10^7$	2.64	$3.12x10^8$	$2.65x10^6$	100	1.80	$2.75x10^8$	$8.55x10^5$	100	1.49	$2.13x10^8$	$4.36x10^5$	100	1.44	$1.16x10^8$	$2.17x10^7$	100
sterile room 30±3°C	34.67	$2x10^8$	$3.82x10^7$	3.63	$2.55x10^8$	$5.17x10^7$	100	3.82	$2.33x10^8$	$3.40x10^7$	100	3.79	$2.45x10^8$	$2.93x10^6$	100	4.09	$1.02x10^8$	$1.89x10^6$	100
T-test				-9.52**	2.07[ns]	-9.73**		-49.60**	0.87[ns]	-3.37**		-26.04**	-0.63[ns]	-5.86**		-41.87**	0.46[ns]	2.66*	

[1/] Means of 11 trails

** P-value ≤ 0.01

* P-value ≤ 0.05

[ns] There are no statistical difference

Table 3 The comparison of the moisture content, the number of conidia, the percentage of germination (CFU) and the efficiency for controlling coconut rhinoceros beetle of two drying methods at the laboratory in July 2021.

Treatment	Before			After 24 hr.[1/]				After 48 hr.[1/]				After 72 hr.[1/]				After 96 hr.[1/]			
	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	bioassay (%)	MC (%)	No. conidia (conidia /ml)	percentage of germination (cfu/gm)	Bioassay (%)
Hot air oven 50±2°C	36.06[1/]	$2.57x10^8$	$5.3x10^7$	1.39	$1.50x10^8$	$1.95x10^7$	100	1.29	$1.91x10^8$	$1.25x10^7$	100	1.29	$1.09x10^8$	$4.00x10^5$	100	1.12	$1.68x10^8$	$8.09x10^6$	100
sterile room 30±3°C	36.06	$2.57x10^8$	$5.3x10^7$	3.32	$2.18x10^7$	$2.73x10^8$	100	3.65	$1.64x10^8$	$1.49x10^8$	100	3.32	$3.05x10^8$	$1.57x10^7$	100	3.40	$1.95x10^8$	$8.56x10^6$	100
T-test				-25.20**	-1.84[ns]	-7.00**		-34.23**	0.54[ns]	-6.35**		-31.34**	-3.10*	-3.32**		-33.16**	-3.36[ns]	-0.15[ns]	

[1/] Means of 11 trails

** P-value ≤ 0.01

* P-value ≤ 0.05

[ns] No statistical difference

แบบที่ 1 เกิดการปนเปื้อนจากเชื้ออื่นสูง

แบบที่ 2 ส่วนผสมที่ใช้เลี้ยงแห้งไว เชื้อไม่เจริญ

แบบที่ 3 ราเขียวเมตาไรเซียมเจริญได้ดี ไม่ปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่น

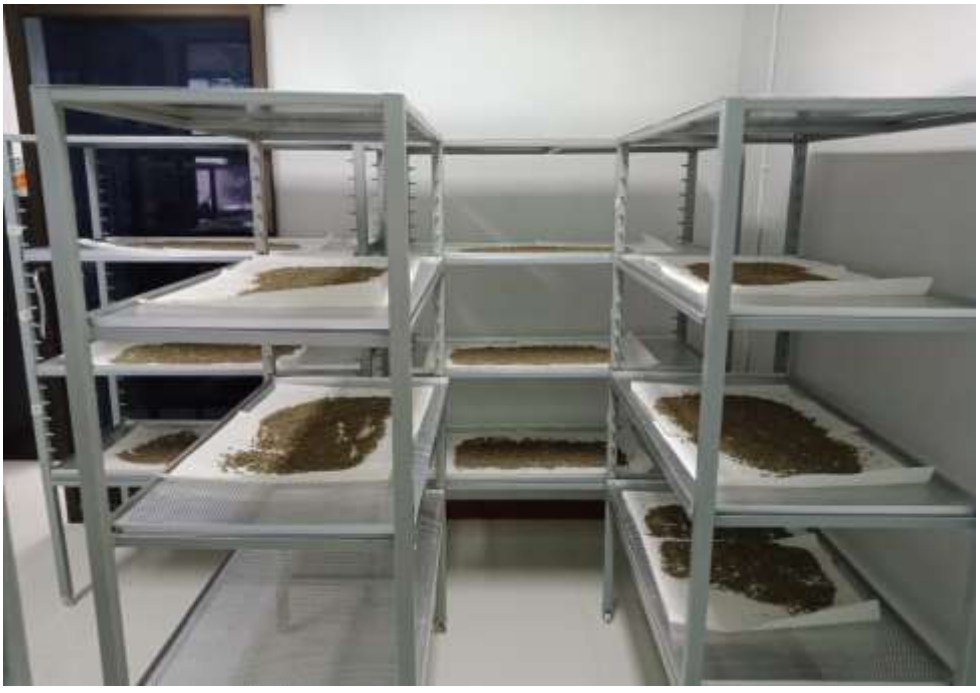
ภาพที่ 1 การเลี้ยงราเขียวเมตาไรเซียมทั้ง 3 รูปแบบ
แบบที่ 1 เลี้ยงราเขียวเมตาไรเซียมบนชั้นเลี้ยงที่มีพลาสติกปิดรอบทั้ง 4 ด้าน
แบบที่ 2 เลี้ยงราเขียวเมตาไรเซียมบนชั้นเลี้ยงที่ไม่ได้คลุมพลาสติก
แบบที่ 3 เลี้ยงราเขียวเมตาไรเซียมในถุงพลาสติก

แสดงการอัดเม็ดชีวภัณฑ์

ชีวภัณฑ์ราเขียวเมตาไรเซียมอัดเม็ดก่อนทดสอบ

ภาพที่ 2 แสดงการอัดเม็ดชีวภัณฑ์ และชีวภัณฑ์ราเขียวเมตาไรเซียมอัดเม็ดก่อนทดสอบ

ส่วนที่ 1 อบในตู้อบความร้อน 50±2°C



ส่วนที่ 2 ตากในห้องตากเชื้อ 30±3°C

ภาพที่ 3 กรรมวิธีการทำแห้งชีวภัณฑ์อัดเม็ด

หลังอบ 24 ชั่วโมง

หลังอบ 48 ชั่วโมง

หลังอบ 72 ชั่วโมง

หลังอบ 96 ชั่วโมง

ภาพที่ 4 ชีวภัณฑ์อัดเม็ดหลังอบที่อุณหภูมิ 50±2°C และดูดความชื้นที่ระยะเวลาต่างๆ

หลังตาก 24 ชั่วโมง

หลังตาก 48 ชั่วโมง

หลังตาก 72 ชั่วโมง

หลังตาก 96 ชั่วโมง

ภาพที่ 5 ชีวภัณฑ์อัดเม็ดหลังตากในห้องปลอดเชื้ออุณหภูมิ 30±3°C ที่ระยะเวลาต่างๆ

ภาพที่ 6 ชีวภัณฑ์อัดเม็ดบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ รอทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนด้วงแรด

ภาพที่ 7 หนอนด้วงแรดติดเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมหลังทดสอบประมาณ 2 สัปดาห์

ภาคผนวก 1

ตาราง สรุปค่าไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	เครื่องใช้ไฟฟ้า	ราคาค่าไฟฟ้า (บาท/วัน)	รวมค่าไฟฟ้า (บาท/วัน)
การอบชีวภัณฑ์	ตู้อบ	235.79	268.10
50±2°C	ตู้ดูดความชื้น	32.31	
การตากชีวภัณฑ์	พัดลมดูดอากาศ	1.75	37.55
30±3°C	เครื่องดูดความชื้น	35.80	

หมายเหตุ

- **สูตรการคำนวณ**[1/] **(**ที่มา: https://erdi.cmu.ac.th/?p=564 สืบค้นข้อมูลวันที่ 28 พฤษภาคม 2564**)**

จำนวนหน่วยต่อวัน = กำลังไฟฟ้า(วัตต์) x (จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า/1000) x จำนวนชั่วโมงที่ใช้ใน 1 วัน

- **ราคาค่าไฟฟ้า**[2/]

ประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร กรณีเครื่องใช้ไฟฟ้าแรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์

On Peak: วันจันทร์-ศุกร์ เวลา 09.00-22.00 น. ราคา 4.3297 บาท/หน่วย

Off Peak: วันจันทร์-ศุกร์ เวลา 22.00-09.00 น. ราคา 2.6369 บาท/หน่วย

- **ค่า ft**[3/] ช่วงเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2564 คือ -0.1532 บาท/หน่วย
- **ค่าภาษี**[3/] **7% (vat)**

การเพาะเลี้ยงหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* เพื่อกำจัดหอยศัตรูพืช

Mass Rearing Studies of Predatory Aquatic Snail Genus *Clea* for Snails Pest Control

ดาราพร รินทะรักษ์ ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณ

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The species of predatory aquatic snail belonging to Genus *Clea* are described from October 2019 to September 2021. Preliminary study and survey the diversity of were done. This study was investigated from natural water areas and agricultural areas, 253 specimens were collected from 8 provinces of Thailand and the results were found that most common species in every sampling site belong to *Clea Helena* (Philippi, 1847) while *Clea wykoffi* (Brandt, 1974) was found in only three sampling sites; Chon Buri Kanchanaburi and Ubon Ratchathani province.

Clea helena known to feed on other snails. In addition, they are considered carnivorous with both social predation and solitary predation. The feeding behavior information available in the laboratory condition, they can feed on many species of aquatic snail pests such as *Physella*. Mass rearing studies of *C. helena* were observed, the eclosion times was presented 42 days with 36.66 % hatching by average (n=30) under observed temperature 2 9± 3 $^{\circ}C$ conditions. Furthermore, an adult shown age more than 6 months and 4 m.m. in shell diameter should be copulated for mating.

Keywords : predatory aquatic snail , genus *Clea* , mass rearing, snails pest control

รหัสการทดลอง 03-05-59-02-01-00-44-63

บทคัดย่อ

หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* เป็นหอยประจำถิ่นที่พบในประเทศไทยและประเทศเขตร้อนแถบตะวันตกของเขตอินโดแปซิฟิก จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564 จากแหล่งน้ำในพื้นที่ 8 จังหวัด ได้แก่ เพชรบูรณ์ ลพบุรี สระบุรี นครราชสีมา อุบลราชธานี ราชบุรี ชลบุรีและกาญจนบุรี ได้ตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 253 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์ชื่อตามระบบอนุกรมวิธาน พบหอยน้ำสกุล *Clea* จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Clea helena* (Philippi, 1847) และ *Clea wykoffi* (Brandt, 1974) ซึ่งชนิด *C. Helena* พบว่ามีการแพร่กระจายทุกจังหวัดที่สำรวจ ส่วนชนิด *C. wykoffi* (Brandt, 1974) พบเฉพาะในแหล่งน้ำจังหวัดชลบุรี กาญจนบุรีและอุบลราชธานีเท่านั้น เมื่อศึกษาพฤติกรรมการผสมพันธุ์ในห้องปฏิบัติการพบว่าหอยสุกลนี้มีพฤติกรรมเป็นหอยนักล่าและกินซาก สามารถช่วยกำจัดหอยชนิดอื่นๆที่ไม่ต้องการและกำจัดซากสิ่งมีชีวิตในน้ำป้องกันน้ำเน่าเสียได้ จึงศึกษาชนิดของอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะขยายพันธุ์ตามแผนการทดลอง CRD โดยให้อาหารที่แตกต่างกัน 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ให้อาหารเป็นหอยศัตรูพืชสกุล *Physella* (ขนาดเปลือก 0.5 เซนติเมตร) จำนวน 20 ตัว เป็นกรรมวิธีที่หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ชอบกินมากที่สุด อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผลิตขยายหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ให้ได้ปริมาณมาก คือ ที่อุณหภูมิ 29±3 องศาเซลเซียส ในสภาพโรงเรือน ระยะเวลาที่ลูกหอยฟักออกจากไข่ 42 วัน และการฟักไข่ 36.66 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ย (n=30) ลูกหอยที่เพิ่งฟักมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย แต่มีขนาดเล็กและมีวงขดน้อยกว่า ขนาดของลูกหอยเกิดใหม่ใกล้เคียงกับขนาดของไข่คือประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยมีขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร และมีอายุโดยเฉลี่ย 6 เดือนขึ้นไป จึงสามารถจับคู่ผสมพันธุ์ได้

คำหลัก : หอยน้ำตัวห้ำ หอยสกุล *Clea* การเพาะขยาย การควบคุมหอยทากศัตรูพืช

คำนำ

พรรณไม้น้ำนับว่าเป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญชนิดหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้และเป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศและภายนอกประเทศ ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการเพาะขยายพันธุ์ไม้น้ำเนื่องจากมีภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สถิติการส่งออกพรรณไม้น้ำของไทยโดยเฉพาะที่มีใบรับรองปลอดศัตรูพืชจากกรมวิชาการเกษตร พบว่าในปี 2546 มีการส่งออกจำนวน 9,462 กิโลกรัม 9,884,470 ต้น คิดเป็นมูลค่า 16.22 ล้านบาท ในปี 2547 มีการส่งออกจำนวน 164,187 กิโลกรัม 8,085,068 ต้น คิดเป็นมูลค่า 17.2 ล้านบาท ประเทศที่มีการนำเข้าพรรณไม้น้ำจากไทยมากที่สุด ได้แก่ ญี่ปุ่น คิดเป็น 60% ของการส่งออกทั้งหมด นอกจากนั้นยังมี

สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน และโปแลนด์ ส่วนชนิดของไม้น้ำที่มีการส่งออกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ *Camb omba, Egeria, Anubias, Aponogeton* และ *Nymphaea*

ปัญหาในการผลิตและการเลี้ยงพรรณไม้น้ำที่สำคัญได้แก่ หอยศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การกัดกินส่วนต่างๆ ของพืช หรือการเจาะเนื้อเยื่อส่งผลให้บริเวณนั้นมีการเจริญผิดปรกติ เป็นต้น โดยพบว่าหอยน้ำที่เป็นศัตรูพืชที่สำคัญและพบการระบาดในประเทศไทย เช่น หอยลิมเนีย (*Lymnaea* sp.), หอยเชอรี่(*Pomacea canaliculata*) และหอย *Indoplanorbis* sp. เป็นต้น ซึ่งการกำจัดหอยศัตรูพืชในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมี ซึ่งมีความสะดวกรวดเร็ว แต่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ตกค้างลงในสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญอาจมีการตกค้างในไม้น้ำ โดยเฉพาะพรรณไม้น้ำบางชนิดไม่ทนต่อสารเคมีอาจเกิดความเสียหายได้ รวมทั้งส่งผลต่อสุขภาพของเกษตรกรโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากการควบคุมและกำจัดหอยศัตรูพืชโดยชีววิธีที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเกษตรกรและส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

หอยสกุล *Clea* เป็นหอยน้ำที่พบตามแหล่งน้ำธรรมชาติในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งประเทศไทยด้วย จัดเป็นหอยนักล่าที่กินหอยและไข่ของหอยชนิดอื่นเป็นอาหาร ได้รับฉายา “snail eating snail, killer snail, bubble bee snail หรือ assassin snail” ซึ่งในต่างประเทศเริ่มมีการศึกษาและนำหอยน้ำนักล่าชนิดดังกล่าวมาควบคุมหอยศัตรูพืชแล้ว มีรายงานว่าประเทศในทวีปยุโรปประสบความสำเร็จในการนำ *Clea helena* (Philippi, 1847) มาควบคุมหอยน้ำที่แพร่ระบาดในพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ (Behrendt, 2009; Schiffbauer, 2009; Smid, 2009) สำหรับในประเทศไทยพบว่าข้อมูลเกี่ยวกับการนำหอยน้ำตัวห้ำมากำจัดหรือควบคุมหอยน้ำศัตรูพรรณไม้น้ำมีน้อยมาก พบเพียงรายงานการสำรวจความหลากชนิดของหอยน้ำเท่านั้น ซึ่งมีรายงานครั้งแรกในประเทศไทยในปี ค.ศ. 1974 Brandt ได้ทำการสำรวจพบหอยสกุล *Clea* 3 ชนิด ได้แก่ *C. crooki* และ *C. siamensis* พบในแม่น้ำในประเทศไทยและลาว และพบ *C. cambodiensis* ในแม่น้ำประเทศไทยและกัมพูชา

หอยสกุล *Clea* โดยเฉพาะ *Clea helena* เป็นหอยประจำถิ่น (native species) ในประเทศเขตร้อนแถบตะวันตกของเขตอินโดแปซิฟิก (the tropical Indo-West Pacific regions) เช่น ประเทศจีน อินโดนีเซีย และไทย (Cameron and Carter, 1979; Coelho et al., 2013) ในประเทศไทยมีข้อมูลด้านการแพร่กระจายของหอยสกุล *Clea* น้อยมาก จากการสำรวจพบหอยน้ำสกุล *Clea* ในประเทศไทย 2 ชนิด ได้แก่ *Clea helena* (Philippi, 1847) และ *Clea wykoffi* (Brandt, 1974)(ณัฐฐิญา และคณะ,2559) และจากการศึกษาศักยภาพเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการพบว่าหอยชนิดนี้มีพฤติกรรมเป็นสัตว์นักล่า (predator) และกินซาก (scavenger) สามารถช่วยกำจัดหอยชนิดอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ และกำจัดซากสิ่งมีชีวิตในน้ำป้องกันน้ำเน่าเสียได้ แนวความคิดในการใช้หอยตัวห้ำมาควบคุมหอยทากศัตรูพืชนั้น เนื่องมาจากพฤติกรรมของหอยตัวห้ำที่มักออกหากินในช่วงเวลากลางคืนและแหล่งอาศัยที่มีลักษณะเหมือนกับหอยศัตรูพืชหลายชนิด อีกทั้งการใช้หอยตัวห้ำมาควบคุมหอยทากในประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อนหอยตัวห้ำดังกล่าวจึงเป็นสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาใช้เพื่อควบคุมหอยศัตรูพืชโดยชีววิธี แต่ขั้นตอนศึกษาวิจัยและการ

พัฒนานำไปใช้ประโยชน์ยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการสำรวจชนิดเพิ่มเติมรวมไปถึงการศึกษาศักยภาพ และวิธีการเพาะเลี้ยงหอยตัวห้ำชนิดที่มีศักยภาพสูง จึงมีความจำเป็นในแง่ของการเป็นข้อมูลพื้นฐานอันนำไปสู่การพัฒนาผลิต ขยายให้ได้ปริมาณมากและมีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการจัดการหอยทากศัตรูพืชร่วมกับวิธีการต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในทางเกษตรกรรม

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างหอย ได้แก่ กล่องพลาสติกขนาดต่างๆ สเปรย์ฉีดน้ำ ถุงมือแพทย์ พู่กัน ไฟฉาย กระดาษทิชชูอเนกประสงค์

- อุปกรณ์สำหรับเพาะเลี้ยงหอย ได้แก่ ตู้กระจกขนาด ขนาด 12x25x20 เซนติเมตร อ่างซีเมนต์/ตู้กระจก/ ดิน และวัสดุสำหรับให้หอยวางไข่ ได้แก่ พืชน้ำ กาบมะพร้าวและอิฐแผ่น

- อาหารสำหรับหอยทดลอง เช่น อาหารปลา ผักสดชนิดต่างๆ เช่น ผักกาดขาว ผักบุ้ง ฯลฯ

- เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น เวอร์เนียร์ thermo-hygrometer, forceps และเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

- เอกสารประกอบการศึกษาชีววิทยาและการจำแนกชนิดหอยทาก

- หอยน้ำตัวห้ำ สำหรับเป็นแม่พันธุ์

- หอยน้ำศัตรูพืชสกุล *Physella* สำหรับเลี้ยงหอยน้ำตัวห้ำ และอาหารเสริมชนิดต่างๆ เช่น เปลือกหอยบดและผงแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) เป็นต้น

- เครื่องวัดพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS) สำหรับระบุพิกัด ที่เก็บตัวอย่างหอยน้ำตัวห้ำ

วิธีการ

ขั้นตอนที่1 การเพาะ/เลี้ยงหอยน้ำศัตรูพืช (ใช้สำหรับเป็นอาหารหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea*)

- เก็บรวบรวมหอยน้ำศัตรูพืชสกุล *Physella* จากแหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรกรรมต่างๆ มาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

- ดำเนินการเพาะเลี้ยงหอยน้ำศัตรูพืชสกุล *Physella* ในอ่างซีเมนต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร รองพื้นอ่างด้วยดินเหนียวผสมดินทราย อัตราส่วน 1:1 ให้สูงจากพื้นอ่าง ประมาณ 10 เซนติเมตร ให้อาหารเป็นพืชน้ำ และอาหารปลาชนิดเม็ด สัปดาห์ละ 3 ครั้ง

- คัดเลือกหอยน้ำศัตรูพืช ที่มีขนาดความกว้างของเปลือกประมาณ 0.5 เซนติเมตร (อายุประมาณ 14 วัน) สำหรับใช้เป็นอาหารหอยน้ำตัวห้ำ ในขั้นตอนทดลองต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษา การเพาะเลี้ยงหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea*

เก็บรวบรวมหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ชนิดที่มีศักยภาพดี สำหรับเป็นแม่พันธุ์ โดยเก็บรวบรวมจากพื้นที่แหล่งน้ำภาคต่างๆ นำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ชื่อในห้องปฏิบัติการตามระบบอนุกรมวิธาน

ของหอย เปรียบเทียบกับเอกสารหอยทากทั้งในและต่างประเทศ โดยยึดตามเอกสารของ สุชาติและประสิทธิ์ (2555) Brandt (1974) และ Coelho *et al*. (2013)

ดำเนินการเพาะเลี้ยงหอยน้ำตัวห้ำ ซึ่งประกอบด้วย 2 หัวข้อ ดังนี้

1.ศึกษาชนิดของอาหารที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea*

1.1 การทดลองนี้ใช้หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ซึ่งมีศักยภาพดีและได้คัดเลือกชนิดมาแล้ว) ดำเนินการนำโดยหอยตัวห้ำมาเลี้ยงในตู้กระจกใส ขนาด 12x25x20 เซนติเมตร ในโรงเรือนที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก รองพื้นตู้กระจก ด้วยดินเหนียวผสมดินทราย (อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพื่อฆ่าปรสิตบางชนิด) อัตราส่วน 1:1 ให้สูงจากพื้นตู้กระจก 5 เซนติเมตร และปลูกพืชน้ำสำหรับให้หอยวางไข่ วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยให้อาหารที่แตกต่างกัน 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ และแต่ละซ้ำใส่หอยตัวห้ำที่มีขนาด 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดตัวเต็มวัย จำนวน 5 ตัว /ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 หอยศัตรูพืช สกุล *Physella* (ขนาดเปลือก 0.5 เซนติเมตร: จากขั้นตอน 1) จำนวน 20 ตัว

กรรมวิธีที่ 2 อาหารสูตร A จำนวน 10 กรัม

กรรมวิธีที่ 3 อาหารสูตร B จำนวน 10 กรัม

กรรมวิธีที่ 4 หอยศัตรูพืช สกุล *Physella* จำนวน 20 ตัว + อาหารสูตร A จำนวน 10 กรัม

กรรมวิธีที่ 5 หอยศัตรูพืช สกุล *Physella* จำนวน 20 ตัว + อาหารสูตร B จำนวน 10 กรัม

อาหารสูตร A ประกอบด้วย อาหารปลา: รำละเอียด: ผงแคลเซียมคาร์บอเนต (อัตราส่วน 2:1:1)

อาหารสูตร B ประกอบด้วย อาหารปลา: แป้งข้าวโพด: ผงแคลเซียมคาร์บอเนต (อัตราส่วน 2:1:1)

1.2 การบันทึกข้อมูล

- วัดการเจริญเติบโตโดยชั่งน้ำหนักและวัดขนาดเปลือกหอยน้ำตัวห้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- บันทึกจำนวนหอยศัตรูพืชและปริมาณอาหารกรรมวิธีต่างๆที่หอยตัวห้ำกินแต่ละวัน
- บันทึกพฤติกรรมการผสมพันธุ์และวางไข่ / จำนวนไข่ ในแต่ละกรรมวิธี
- วัดอุณหภูมิโรงเรือน และในตู้กระจก

2. ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการฟักไข่และอัตราการรอดของตัวอ่อนหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea*

2.1 นำไข่หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* มาแยกใส่กล่องพลาสติก ขนาด 15.5 x 22 x 7 เซนติเมตร รองพื้นกล่องพลาสติกด้วยดินเหนียวผสมดินทราย (อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อฆ่าปรสิตบางชนิด) อัตราส่วน 1:1 ให้หนา 2 เซนติเมตร เติมน้ำสะอาด 1 ลิตร โดยอาหารที่ใช้ทดลองในช่วงการฟักไข่และเพาะเลี้ยงตัวอ่อนหอยน้ำตัวห้ำทุกกรรมวิธี ให้เป็นอาหารสูตรผสมซึ่งประกอบด้วย อาหารปลา: แป้งข้าวโพด: รำละเอียด: ผงแคลเซียมคาร์บอเนต (อัตราส่วน 1:1:1:1) ที่ดัดแปลงจากสูตรของ ธนพันธ์ (2528) ปริมาณ 2-3 กรัม/ สัปดาห์ โดยเก็บเศษอาหารเก่าทิ้งทุกครั้งที่เปลี่ยนอาหารใหม่แต่ละครั้ง

ดำเนินการทดลอง 2 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ แต่ละซ้ำใส่ไข่หอยน้ำตัวห้ำจำนวน 1 กลุ่มไข่ (cluster) / กล่อง โดยกำหนดอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เป็นกรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ฟักไข่ในสภาพโรงเรือน

กรรมวิธีที่ 2 ฟักไข่ในสภาพห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส)

2.2 การบันทึกข้อมูล

- บันทึกอุณหภูมิในสภาพโรงเรือน ของกรรมวิธีที่ 1 ตลอดการทดลอง

- บันทึกจำนวนไข่แต่ละ cluster เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่หอยน้ำตัวห้ำแต่ละกรรมวิธี

- บันทึกจำนวนตัวอ่อนของหอยน้ำตัวห้ำที่ฟักจากไข่ เพื่อคำนวณอัตราการรอดในแต่ละกรรมวิธี

- อัตราการฟัก และอัตราการรอดของตัวอ่อนหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea*

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาอัตราที่เหมาะสม เพื่อผลิตขยายหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ให้ได้ปริมาณมาก

3.1 ทดสอบหาอัตราของแม่พันธุ์ที่เหมาะสมโดยใส่หอยน้ำตัวห้ำตัวเต็มวัย 5, 10, และ 20 ตัว ลงในอ่างซีเมนต์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร ในโรงเรือนที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก รองพื้นอ่างด้วยดินเหนียวและดินทราย (อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพื่อฆ่าปรสิตบางชนิด) อัตราส่วน 1:1 ให้สูงจากพื้นอ่างซีเมนต์ ประมาณ 10 เซนติเมตร และวางวัสดุสำหรับให้หอยวางไข่ ได้แก่ พืชน้ำ กาบมะพร้าวและอิฐแผ่น และให้อาหารชนิดที่เหมาะสม (จากขั้นตอน 2) ทิ้งไว้ 1 เดือน จากนั้นนำตัวเต็มวัยออก ตรวจนับจำนวนไข่ และตัวอ่อนที่พบทุก 1 สัปดาห์

3.2 การบันทึกข้อมูล

- จำนวนไข่ และตัวอ่อนของหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea*

- บันทึกลักษณะ และจำนวนของไข่หอย/กลุ่ม ขนาดของไข่ และขนาดของกลุ่มไข่

- บันทึกระยะเวลา ตั้งแต่หอยเริ่มวางไข่จนตัวอ่อนหอยฟักออกจากไข่ ขนาดของลูกหอยที่เพิ่งฟักและพฤติกรรมการกินของลูกหอยที่เพิ่งฟักจากไข่จนถึงระยะตัวเต็มวัย

- บันทึกอุณหภูมิ pH ดิน ความชื้นความชื้นสัมพัทธ์บริเวณเลี้ยงหอย เป็นช่วงๆ ตลอดการทดลอง

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2562 สิ้นสุด กันยายน 2564 รวม 2 ปี

สถานที่ : ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสัตววิทยาการเกษตร กลุ่มกีฏและสัตววิทยา

: พื้นที่เกษตรกรรม แหล่งน้ำธรรมชาติ ตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* เป็นหอยประจำถิ่น (native species) ที่พบในประเทศไทยและประเทศเขตร้อนแถบตะวันตกของเขตอินโดแปซิฟิก เช่น ประเทศจีน อินโดนีเซียและไทย จากข้อมูลการสำรวจพบหอยน้ำสกุล *Clea* ในประเทศไทย 2 ชนิด ได้แก่ *Clea helena* (Philippi, 1847) และ

Clea wykoffi (Brandt, 1974*)* จากการศึกษาศักยภาพเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ พบว่าหอยชนิดนี้มีพฤติกรรมเป็นสัตว์นักล่า (predator) และกินซาก (scavenger) สามารถกำจัดหอยชนิดอื่นๆที่ไม่ต้องการและกำจัดซากสิ่งมีชีวิตในน้ำ ป้องกันน้ำเน่าเสียได้

วางแผนสำรวจและเก็บตัวอย่างหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* เพิ่มเติมจากแหล่งน้ำในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี สระบุรี นครราชสีมา อุบลราชธานี ชลบุรี ราชบุรีและกาญจนบุรี รวมทั้งสิ้น 253 ตัวอย่าง พร้อมบันทึกพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อเตรียมจัดทำแผนที่การกระจายพันธุ์ (species distribution map) นอกจากนี้ยังได้ตัวอย่างหอยน้ำศัตรูพืชจากพื้นที่เดียวกัน จำนวน 245 ตัวอย่างมาปรับสภาพในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ได้คุณภาพสำหรับการทดสอบขั้นตอนต่อไป

วิเคราะห์ชื่อตัวอย่างหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* จำนวน 253 ตัวอย่าง ตามระบบอนุกรมวิธานของหอย เปรียบเทียบกับเอกสารหอยทากบกทั้งในและต่างประเทศ โดยยึดตามเอกสารของ สุชาติและประสิทธิ์ (2555) Brandt (1974) และ Coelho *et al*. (2013) ผลการจำแนกพบว่าเป็นหอยน้ำสกุล *Clea* จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Clea helena* (Philippi, 1847) และ *Clea wykoffi* (Brandt, 1974) ซึ่งชนิด *C. Helena* พบว่ามีการแพร่กระจายทุกจังหวัดที่สำรวจ ส่วนชนิด *C. wykoffi* พบเฉพาะในแหล่งน้ำจังหวัดชลบุรี กาญจนบุรีและอุบลราชธานี เท่านั้น

ลักษณะสำคัญของ *Clea helena* : เปลือกมีลักษณะเป็นทรงกรวยสูง (elongate conoidal shell) มีจำนวนวงเปลือก 6-8 วง เปลือก (whorl) เวียนเป็นเกลียวรอบแกนเปลือกในลักษณะเวียนขวา (dextral) โดยชั้นสุดท้ายของวงเปลือกมีขนาดใหญ่ที่สุดเรียกว่า วงเกลียวตัว (body whorl) มีความสูงประมาณ 2 ใน 3 ของความสูงเปลือก เปลือกมีสีน้ำตาลเหลือง (olive-brown) หรือมีแถบสีน้ำตาลเข้ม (dark brown band) รอบวงเปลือก (Figure 2-3) บริเวณส่วนหัวมีหนวด (tentacles) 1 คู่ อยู่เหนือช่องปาก ที่ฐานหนวดมีตา (eyes) 1 คู่ ซึ่งส่วนหัวอยู่ติดกับแผ่นเท้าที่มีสีเหลืองอ่อนรูปร่างเรียวยาวคล้ายลิ่ม (wedge shaped) แผ่นเท้าแบ่งออกเป็น 3 ส่วน แผ่นเท้าส่วนหน้าเรียกว่า propodium ใช้ปีนป่ายบนวัตถุต่างๆ ใช้ขุดทรายเพื่อฝังตัว และใช้จับเหยื่อเป็นอาหาร แผ่นเท้าส่วน mesopodium เป็นแผ่นเท้าที่มีลักษณะแบนและมีขนาดใหญ่กว่าแผ่นเท้าส่วนอื่น ใช้ในการเคลื่อนที่ โดยมีฝาปิดเปลือก (operculum) ยึดติดกับแผ่นเท้าส่วน metapodium ซึ่งค่อนไปทางด้านท้ายตัว ฝาปิดเปลือกใช้สำหรับปิดปากเปลือกมีลักษณะเป็นแผ่นแบนรูปวงรีคล้ายผลอัลมอนด์ (almond shaped) ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีลักษณะเหมือนกันแตกต่างกันที่ขนาด มีเพศผู้และเพศเมียแยกกัน (diecious animal) แต่ไม่สามารถจำแนกเพศได้จากลักษณะภายนอก

การล่าเหยื่อของหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* พบว่ามีพฤติกรรมการล่าเหยื่อทั้งล่าแบบเดี่ยว (solitary predation) ซึ่งมักเป็นการล่าเหยื่อที่มีขนาดเล็กกว่า หรือล่าเป็นกลุ่ม (social predation) มักเกิดขึ้นในกรณีที่เหยื่ออาหารมีขนาดใหญ่กว่า (figure 4)

ผลการศึกษาชนิดของอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* โดยเตรียมชนิดของอาหารตามแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยให้อาหารที่แตกต่างกัน 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ และแต่ละซ้ำใส่หอยตัวห้ำที่มีขนาด 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดตัวเต็มวัย

จำนวน 5 ตัว /ซ้ำ ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 1 ให้อาหารเป็นหอยศัตรูพืชสกุล *Physella* (ขนาดเปลือก 0.4 เซนติเมตร) จำนวน 20 ตัว เป็นกรรมวิธีที่หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ชอบกินมากที่สุด (Table 1)

ศึกษาผลอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผลิตขยายหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ให้ได้ปริมาณมากในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการทดลอง โดยใส่ไข่หอยน้ำตัวห้ำจำนวน 1 กลุ่มไข่ (cluster) / กล่อง นำไปวางไว้ในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ 2 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ฟักไข่ในสภาพโรงเรือน (อุณหภูมิ 29±3 องศาเซลเซียส)

กรรมวิธีที่ 2 ฟักไข่ในสภาพห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส)

จากการสังเกตพฤติกรรมการผสมพันธุ์ และการวางไข่ของหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* พบว่ามีเพศผู้และเพศเมียแยกกัน แต่ไม่สามารถจำแนกเพศได้จากลักษณะภายนอก มีการแสดงพฤติกรรมก่อนการผสมพันธุ์ คือ มีการขึ้นเกาะบนเปลือกของคู่ผสม ซึ่งลักษณะดังกล่าวยังสามารถพบได้ในหอยเชอรี่ (apple snail, *Pomacea canaliculata*.) และกลุ่มหอยทากบกบางชนิดเช่น หอยซัคซิเนีย (amber snail, *Succinea* spp.) เป็นต้น หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* จับคู่ปฏิสนธินานหลายชั่วโมงหรือบางคู่อาจนานข้ามวัน จากนั้นหอยเพศเมียจะวางไข่ในถุงที่มีลักษณะกึ่งสีขาวขุ่น (semi-transparent capsules) บนพื้นผิวของลำต้นพืชใต้น้ำหรือตามโขดหิน ไข่หอยมีลักษณะค่อนข้างใส เรียกว่า gelatinous egg เปลือกไข่มีการพัฒนาโดยดึงแคลเซียมจากสภาพแวดล้อมมาเป็นองค์ประกอบ ขนาดของไข่หอยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.02-1.78 มิลลิเมตร (เฉลี่ย=1.24 ม.ม.)

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผลิตขยายหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ให้ได้ปริมาณมาก คือ ที่อุณหภูมิ 29±3 องศาเซลเซียส ในสภาพโรงเรือน ระยะเวลาที่ลูกหอยฟักออกจากไข่ (eclosion time) = 42 วัน โดยเฉลี่ย (Table 2) และการฟักไข่ 36.66 เปอร์เซ็นต์ (n=30) ลูกหอยที่เพิ่งฟักมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย แต่มีขนาดเล็กและมีวงขดน้อยกว่า ขนาดของลูกหอยเกิดใหม่ใกล้เคียงกับขนาดของไข่คือประมาณ 1-2 มิลลิเมตร และพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยโดยเฉลี่ย 6 เดือนขึ้นไป (n=20) และมีขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร จึงสามารถจับคู่ผสมพันธุ์ได้

ศึกษาอัตราของแม่พันธุ์ที่เหมาะสม เพื่อผลิตขยายหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ให้ได้ปริมาณมาก โดยใส่หอยน้ำตัวห้ำตัวเต็มวัย 5, 10, และ 20 ตัว ลงในตู้กระจก ในโรงเรือนที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก (figure 5-6) และให้อาหารชนิดที่เหมาะสม (โดยอ้างอิงจากผลการทดลองขั้นตอนที่ผ่านมา) โดยทุกๆสัปดาห์ บันทึกผล โดยนำตัวเต็มวัยออก เพื่อตรวจนับจำนวนไข่ ตัวอ่อนที่พบและขนาดของหอยที่เริ่มจับคู่ผสมพันธุ์ โดยเมื่อผ่านไป 1 เดือน ยังไม่พบทั้งกลุ่มไข่และตัวอ่อน จึงต้องทำการสังเกตต่อเนื่องต่อไป

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

หอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* เป็นหอยประจำถิ่น (native species) ที่พบในประเทศไทยและประเทศเขตร้อนแถบตะวันตกของเขตอินโดแปซิฟิก จากการสำรวจชนิดในแหล่งน้ำตามภาคต่างๆของประเทศไทยและจากข้อมูลการสำรวจ พบว่ามีหอยน้ำสกุล *Clea* ในประเทศไทย 2 ชนิด ได้แก่ พบหอยน้ำสกุล *Clea* จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Clea helena* (Philippi, 1847) และ *Clea wykoffi* (Brandt, 1974)

ศักยภาพของหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* ในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษา feeding behavior พบว่ามีพฤติกรรมการล่าเหยื่อทั้งล่าแบบเดี่ยว (solitary predation) ซึ่งมักเป็นการล่าเหยื่อที่มีขนาดเล็กกว่า หรือล่าเป็นกลุ่ม (social predation) มักเกิดขึ้นในกรณีที่เหยื่ออาหารมีขนาดใหญ่กว่า

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงหอยน้ำสกุล *Clea* พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผลิตขยายให้ได้ปริมาณมาก คือ ที่อุณหภูมิ 29±3 องศาเซลเซียส ในสภาพโรงเรือน ระยะเวลาที่ลูกหอยฟักออกจากไข่ 42 วัน และการฟักไข่ 36.66 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ย ตัวเต็มวัยมีขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร และมีอายุ 6 เดือนขึ้นไป จึงจะสามารถจับคู่ผสมพันธุ์ได้

การทราบข้อมูลพื้นฐาน เช่น ชีววิทยา นิเวศวิทยา วงจรชีวิต และพฤติกรรมการการล่า หรือพฤติกรรมการกินซากของหอยน้ำตัวห้ำ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการกำจัดหอยชนิดอื่นๆที่ไม่ต้องการและกำจัดซากสิ่งมีชีวิตในน้ำ ป้องกันน้ำเน่าเสียได้ นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ในการขยายผลพัฒนามาใช้ควบคุมหอยน้ำศัตรูพืชโดยชีววิธี และช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีเกินความจำเป็น เพื่อประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนต่อไป

<u>ข้อเสนอแนะ</u> ช่วงฤดูแล้ง น้ำลด หอยจะมีการพักตัวและหลบซ่อนอยู่ตามบริเวณที่ไม่สามารถมองเห็นได้โดยง่าย เช่น บริเวณใต้โคลน ใต้ผิวดินหรือตามซอกหิน ทำให้เก็บตัวอย่างหอยที่ยังมีชีวิตได้ค่อนข้างน้อย จึงเป็นข้อจำกัดในการนำตัวอย่างหอยตัวห้ำแต่ละชนิดมาศึกษาด้านต่างๆ รวมไปถึงการเพาะเลี้ยงหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* เพื่อให้ได้ปริมาณทีเพียงพอสำหรับนำไปทดสอบประสิทธิภาพในแปลงฯ ทั้งในโรงเรือนและพื้นที่เกษตรกรรม ดังนั้นจึงควรมีการสนับสนุนงบประมาณด้านการวิจัยเพิ่มเติมและเพียงพอในการปฏิบัติงานให้บรรลุผลสำเร็จเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อนำไปถ่ายทอดให้เกษตรกร และผู้สนใจนำไปใช้ประโยชน์ได้ครบถ้วนยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ จากปัญหาสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิด -19 ทำให้ไม่สามารถเดินทางไปราชการต่างจังหวัดเพื่อเก็บตัวอย่างมาศึกษาเพิ่มเติมได้ ส่งผลกระทบต่อการดำเนินการศึกษาด้านผลกระทบของหอยน้ำตัวห้ำสกุล *Clea* จึงไม่สามารถดำเนินการได้ในช่วงเวลาดังกล่าวได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นางสาวณัฐกานต์ ถาแก้ว นักวิทยาศาสตร์ นางสาวนุสรา สุขคะตะ นักวิทยาศาสตร์ และนางสาวศศินิภา องอาจ นักวิชาการเกษตร ที่ช่วยปฏิบัติงานภาคสนามและบันทึกข้อมูลที่จำเป็นตลอดการทดลอง จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

ดาราพร รินทะรักษ์ อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข ณัฐฐิญา กาญจนนิธิพัฒน์ ปราสาททอง พรหมเกิด และทรงทัพ แก้วตา.2558. ศึกษาการเพาะเลี้ยงหอยตัวห้ำวงศ์ Streptaxidae เพื่อกำจัดหอยศัตรูพืชโดยชีววิธี. *ใน* รายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2558. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. หน้า 809-827.

ดาราพร รินทะรักษ์ สมเกียรติ กล้าแข็ง และปราสาททอง พรหมเกิด.2555. คัดเลือกชนิดและศึกษาพฤติกรรมการกินหอยทากของหอยตัวห้ำวงศ์ Streptaxidae ในประเทศไทย. *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช*. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 969-976.

ชมพูนุท จรรยาเพศ ปราสาททอง พรหมเกิด ปิยาณี หนูกาฬ และดาราพร รินทะรักษ์. 2550. ความหลากชนิดของหอยทากและทากในแหล่งสงวนชีวมณฑลสะแกราช. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8 : อารักขาพืชใต้ร่มพระบารมี. หน้า 60-72.

ณัฐฐิฐา กาญจนนิธิพัฒน์ ดาราพร รินทะรักษ์ และอภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข. 2559. สำรวจและศึกษาศักยภาพหอยน้ำสกุล *Clea* ในการเป็นตัวห้ำหอยน้ำศัตรูพืช. *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช*. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 809-827 ‘

สุชาติ ผึ่งฉิมพลี และประสิทธิ์ นิยมไทย. 2555. *ความหลากหลาย ปริมาณและการแพร่กระจาย ของหอยน้ำจืดในแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำปราจีนบุรี.* กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 85 หน้า.

Abbott, R.T. 1989. Compendium of landshell. Melbourne,Australia : American Malacologist,Inc.

Beherendt, A.2009. *Anetomehelena*. A flexible predator amongst freshwater snails. *Datz*. 62(9): 35-37.

Brandt R.A.M. 1974. The non-marine aquatic Mollusca of Thailand. *Archivfür Molluskenkunde.* 105(1-4): 400-416.

Burch, J.B. 1962. How to know the eastern land snails. Wm. C. Brown Co., Publishers, Dubuque, Iowa. 214 pp.

Cameron, R.A.D. and Carter, M.A. 1979. Intra and Interspecific effects of population density on growth and activity in some Helicid land snails (Gastropoda: Pulmonata). *Journal of Animal Ecology.* 48:237-246.

Chiu, S.C. and Ken, C.C. 1962. Observations on the biology of the carnivorous snail, *Euglandina Rosea* Ferussac. Bulletin Institute of zoology, Academia Sinica 1: 17-24.

Coelho, R.A., Dinis,T.M. and Reis, J. 2013. Effect of diet and stocking densities on life history traits of *Clea helena* (Philippi 1847) reared in captivity. *J Aquac Res Development.* 4(5): 1-4.

Dundee, D.S. and Baerwald, R.J. 1984. Observations on a micropredator *Gulella bicolor* (Hutton) (gastropoda: pulmonata: streptaxidae). Nautilus 98: 63-68.

Fisher, T.W., Orth, R.E and Swanson, S.C. 1980. Snail against snail. California Agri. (Nov.-Dec.): 3 pp.

Hemmen, J. and Hemmen, C. 2001. Akktualisierte liste der terrestrischen gastropoden Thailands. Schr. Malakozool. 18:53-70.

Krailas, D., Chotesaengsri, S., Dechruksa, W., Namchote, S., Chuanprasit, C., Veeravechsukij, N., Boonmekam, D. and Koonchornboon, T. 2012. Species diversity of aquatic mollusks and their cercarial infections; KhaoYai National Park, Thailand. *J Trop Med Parasitol.* 35(2):37-47.

Martens,E.V. 1860. Die Preussische Expedition nach Ost-Asian. Zool. Theil. pp.66-68.

Mead AR. 1961. The Giant African Snail; a Problem in Economic Malacology. University of Chicago Press, 257 pp.

Panha, S. 1996. A Checklist and classification of the terrestrial Pulmonate snails of Thailand. Walkerana. 8 (19): 11-64.

Sakovich, N. J., Bailey, J.B. and Fisher, T.W. 1984. Decollate snails for control of brown garden snails in Southern California citrus groves. Oakland: Univ. Calif. Agri.Nat.Res.Publ.21384.

Tesana, S. 2002. Diversity of mollusks in The Lam Ta Khong reservoir, Nakhon Ratchasima, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 33(4): 733- 738

Vaught, K.C. 1989. A classification of the living mollusca. U.S.A. : *American Malacologists*.

Table 1 Mass rearing studies for Predatory Aquatic Snail *Genus Clea.*

Treatment	Number of Adults/ m^2 x±SE	Number of Eggs/ m^2 x±SE
1.หอยศัตรูพืชสกุล *Physella* จำนวน 20 ตัว	16.5 ±0.3	22.0±0.6
2.อาหารสูตร A จำนวน 10 กรัม	4.6±1.3	13.5±0.4
3.อาหารสูตร B จำนวน 10 กรัม	7.4±1.2	13.8±0.4
4. หอยศัตรูพืชสกุล *Physella* 20 ตัว + อาหารสูตร A จำนวน 10 กรัม	5.3±1.5	13.2±0.4
5.หอยศัตรูพืชสกุล *Physella* 20 ตัว + อาหารสูตร B จำนวน 10 กรัม	9.5± 1.8	15.3±0.4

หมายเหตุ : อาหารสูตร A ประกอบด้วย อาหารปลา+รำละเอียด+ผงแคลเซียมคาร์บอเนต (อัตราส่วน 2:1:1)
อาหารสูตร B ประกอบด้วย อาหารปลา+แป้งข้าวโพด+ผงแคลเซียมคาร์บอเนต (อัตราส่วน 2:1:1)

Table 2 The Eclosion Time of Predatory Aquatic Snail *Genus Clea* Under Observed Temperature 29±3 °c and 25°c Conditions.

Variable	Egg ø (m.m.) After 7 days		Eclosion Time (days)		Number of Eggs/Clutch	
	Temp. 25°c	Temp. 29±3 °c	Temp. 25°c	Temp. 29±3 °c	Temp. 25°c	Temp. 29±3 °c
Minimum	1.00	1.02	35	29	1	1
Maximum	1.20	1.78	70	62	3	3
Average Value	1.04	1.24	53	42	1.8	1.8
N (Sample size)	40	40	20	30	20	20

1A.

1B.

1C.

1D.

Figure 1 Sampling areas: (1A.) Lopburi province, (1B.) Saraburi province, (1C.) Nakornratchasima province and (1D.) Phetchabun province

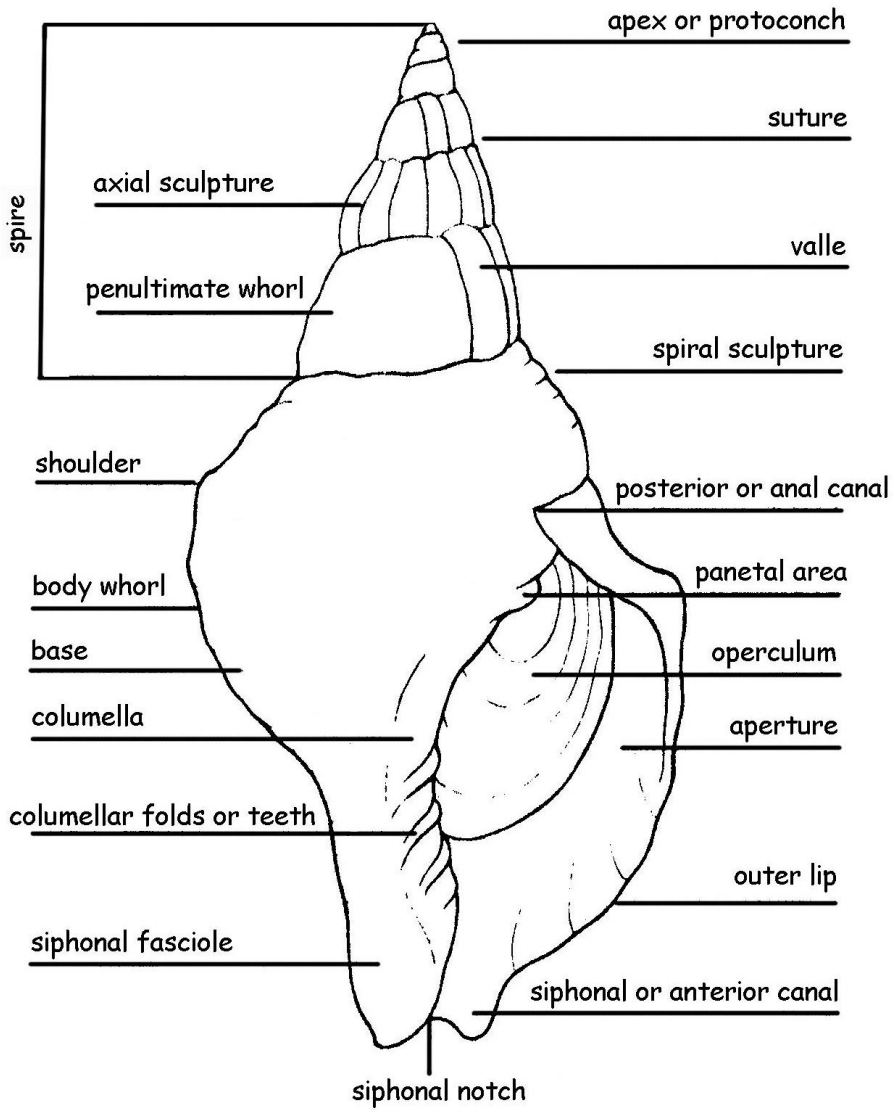


Figure 2 Terminology used to describe the gastropod shell

(https://ru.pinterest.com/pin/536983955551738953)

Figure 3 Shell morphology of *Clea helena*

4A.

4B.

Figure 4 Predation of Predatory Aquatic Snail *Genus Clea*

(4A) Social predation (4B) Solitary predation

Figure 5 The Predatory Aquatic Snail *Genus Clea* in Aquarium for Mass Rearing

Figure 6 Aquarium of Predatory Aquatic Snail *Genus Clea* for Mass Rearing

การใช้มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera:Anthocoridae) ไรตัวห้ำ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Arachnida: Phytoseiidae) และไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae) ในการควบคุมศัตรูเมล่อนในสภาพโรงเรือน

Utiliization of *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae) *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Arachnida: Phytoseiidae) and *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae) Control Pests in Melon Greenhouse

อทิติยา แก้วประดิษฐ์ อิทธิพล บรรณาการ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง ณพชรกร ธไภษัชย์ วิมลวรรณ โชติวงศ์

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

In the study to determine a pest management experiment on the inundative biological control in the greenhouse during January to February 2021, the comparisons were undertaken on the populations of insect and mite pests consisting of the bean thrips, *Caliothrips phaseoli,* and the red spider mite, *Tetranychus macfarlanei,* on Asahi melon variety in the greenhouses, and the melon yields obtained from the control greenhouse with no release and the greenhouse to be released with the anthocorid, *Cardiastethus exiguus,* and the predatory mites consisting of *Amblyseius swirskii* and *Amblyseius longispinosus*. The experiment was carried out at the Agricultural Productivity Efficiency Increasing Learning Center at Tambon Chorakhe Samphan, U Thong, Suphan Buri. The results obtained showed that release of the anthocorid, *C. exiguus,* at 24,000 individuals per growing season could significantly reduce the population of the bean thrips, *C. phaseoli,* more than those in the greenhouse with no release. For the melon yield comparison, a total yield of 1,329 kg. was obtained from the greenhouse released with *C. exiguus* was significantly higher than those obtained

รหัสการทดลอง 03-29-60-01-01-00-11-62

from the greenhouse with no release which was only 850 kg. As for the population of the red spider mite, *A. longispinosus,* is concerned, the mean population count was lower than 1 individual per leaf in both greenhouses. The predatory mite, *A. longispinosus,* was incidentally found occurring in both greenhouses with no intentional release and thus not necessitating to release both the predatory mites, *A. swirskii* and *A. longispinosus*, to control the red spider mite as originally intended in the experiment.

Keywords : melon, thrips, red spider mite, predatory anthocorid, predator mites, inundative biological control

บทคัดย่อ

ในส่วนของการศึกษาวิธีการบริหารจัดการแมลงและไรศัตรูเมล่อนโดยการควบคุมโดยชีววิธีแบบท่วมท้นในสภาพโรงเรือน ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธุ์ 2564 ทำการเปรียบเทียบประชากรของแมลงและไรศัตรูของเมล่อนสายพันธุ์อาซาฮิ คือ เพลี้ยไฟถั่วลิสง *Caliothrips phaseoli* และไรแดงกระเจี๊ยบ *Tetranychus macfarlanei* และผลผลิตของเมล่อนในโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ และในโรงเรือนจะปล่อยศัตรูธรรมชาติ คือ มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* ไรตัวห้ำ *Amblyseius swirskii* และไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* โดยดำเนินการที่ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) (เครือข่าย) ต.จรเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี พบว่าทั้งสองโรงเรือนมีเพลี้ยไฟ *C. phaseoli* และไรแดง *T. macfarlanei* ลงทำลายในโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ ผลการทดลองปรากฏว่าการปล่อยมวนตัวห้ำ *C. exiguus* ประมาณ 24,000 ตัวต่อฤดูปลูก สามารถลดจำนวนประชากรของเพลี้ยไฟ *C. phaseoli* ได้มากกว่าในโรงเรือนที่ไม่ได้ปล่อยมวนตัวห้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของเมล่อนระหว่างสองโรงเรือน พบว่าโรงเรือนที่ปล่อยมวนตัวห้ำให้ผลผลิต 1,320 กิโลกรัม สูงกว่าโรงเรือนที่ไม่ไปล่อยมวนตัวห้ำ ซึ่งได้ผลผลิตเพียง 850 กิโลกรัม สรุปได้จากผลการทดลองครั้งนี้ว่าการปล่อยมวนตัวห้ำ *C. exiguus* เพียงชนิดเดียว สามารถควบคุมเพลี้ยไฟ *C. phaseoli* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนไรแดง *T. macfarlanei* พบในทั้งสองโรงเรือนโดยเฉลี่ยต่ำกว่า 1 ตัวต่อใบ และพบว่ามีไรตัวห้ำ *A. longispinosus* โดยบังเอิญ ควบคุมไรแดงอยู่แล้วโดยไม่มีการปลดปล่อย ทำให้ไม่จำเป็นต้องปล่อยไรตัวห้ำทั้งสองชนิดคือ *A. swirskii* และ *A. longispinosus* เพื่อทดลองการควบคุมไรแดงตามแผนการทดลองที่ได้เตรียมการณ์ไว้ก่อนแล้วแต่อย่างใด

คำหลัก : เมล่อน เพลี้ยไฟ ไรแดง มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* ไรตัวห้ำ การควบคุมโดยชีววิธีแบบท่วมท้น

คำนำ

เมล่อนหรือแตงเทศ (*Cucumis melo*) เป็นพืชในวงศ์แตง Cucurbitaceae ชนิดต่าง ๆ เช่น สควอช มะระ และบวบ รวมถึง แตงกวา ฟักทอง และแตงโม ที่มีรวมกันมากกว่า 900 ชนิด ในการปลูกเมล่อนจะพบว่ามีทั้งแมลงและไรศัตรูพืช ที่สามารถลงทำความเสียหายในพืชในวงศ์แตงที่มีการปลูกแบบเปิดในภาคสนามและแบบปกปิดในโรงเรือน (Purseglove, 1974; Tindall, 1983) ในประเทศไทย ในอดีตที่ยังไม่มีการปลูกเมล่อนกันอย่างกว้างขวางเช่นในปัจจุบัน มีการปลูกแตงไทย (musk melon, *C. melo*) กันอยู่แล้วทั่ว ๆ ไป Pholboon (1965) รายงานว่าด้วงเต่าแตงสองชนิดคือ *Ceratia frontalis* (= *Aulacophora frontalis*) และ *Rhaphidopalpa similis* (= *Aulacophora indica*) (Coleoptera: Chrysomelidae) เป็นแมลงศัตรูแตงไทยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และแมลงชนิดอื่นที่พบคือแมลงวันแตง *Dacus hageni* (= *nobilis*) (= *Zeugodacus tau*) (Diptera: Tephritidae) ด้วงเต่าลาย 28 จุด *Epilachna 28-punctata* (= *Henosepilachna vigintioctopunctata*) (Coleoptera: Coccinellidae) และหนอนผีเสื้อแตงกวา *Margaronia indica* (= *Diaphania indica*) (Lepidoptera: Crambidae) ส่วน Wongsiri (1991) รายงานว่ามีแมลงและไรศัตรูของแตงกวา (*Cucumis sativus*) แตงไทย (*Cucumis melo*) และแตงโม (*Citrullus lanatus*) เป็นแมลงศัตรูพืช 9 ชนิด เช่นเพลี้ยอ่อนฝ้าย *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) ด้วงเต่าแตง *Aulacophora* spp.ที่ตัวอ่อนกินรากแต่ตัวเต็มวัยกินใบ แมลงวันแตง *Dacus cucurbitae* (= *Bactrocera cucurbitae*) (Diptera: Tephritidae) เสี้ยนดิน *Dorylus orientalis* (Hymenoptera: Formicidae) กินผลอ่อนแตงโม เพลี้ยไฟแตง *Haplothrips floricola* (Thysanoptera: Phlaeothripidae) ดูดกินน้ำเลี้ยงยอดอ่อนและตาดอก และหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) กัดกินใบและแทะผิวผล ไรศัตรูพืชดูดกินน้ำเลี้ยงในแตงไทย 5 ชนิด เช่น *Brevipalpus californicus* (Acari: Tenuipalpidae) ไรขาแดง *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae) และไรแดง *Tetranychus macfarlanei* (Acari: Tetranychidae)

แมลงศัตรูเมล่อนหรือแตงเทศ ที่กำหนดไว้ในระบบการจัดการคุณภาพ GAP พืชตระกูลแตง โดยกรมวิชาการเกษตร มีเพียง 5 ชนิด คือ เพลี้ยไฟฝ้าย *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) แมลงหวี่ขาวยาสูบ *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) ด้วงเต่าแตงแดง *Aulacophora foveicollis* และ ด้วงเต่าแตงดำ *A. frontalis* และแมลงวันแตง *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae)

ชนิดของแมลงและไรศัตรูเมล่อนที่พบในประเทศไทย จะเหมือนกันหรือแตกต่างกันไม่มากก็น้อย ในแต่ละพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกในพื้นที่เปิดในภาคสนาม หรือภายในโรงเรือนในพื้นที่เดียวกันหรือ แม้แต่ในสายพันธุ์ที่ปลูกด้วย เป็นทั้งแมลงประเภทปากดูด เช่น เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน และแมลงหวี่ขาว และแมลงประเภทปากกัด เช่น ด้วงเต่าแตง แมลงวันแตง หนอนชอนใบ และหนอนกระทู้ ตลอดจนไรศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ในการทดลอง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา เพื่อศึกษาชนิดและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายแตงเทศหรือเมล่อน

โดยใช้พันธุ์ซันเลดี้ (Sun Lady) และพันธุ์พอทออเร้นจ์ (Pot Orange) นุชจิรา (2561) พบแมลงศัตรูสำคัญที่ระบาดรุนแรงในแปลงแตงเทศ 3 ชนิด คือ ด้วงเต่าแตงแดง (*A. indica*) เพลี้ยไฟ (*T. palmi*) และ เพลี้ยอ่อน (*A. gossypii*) และแมลงศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ อีก 3 ชนิด คือ แมลงหวี่ขาว (*B. tabaci*) หนอนผีเสื้อ (*D. indica*) และแมลงวันแตง (*B. cucurbitae*) และสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี (2560) รายงานว่าแมลงศัตรูเมล่อนที่สำคัญของเมล่อนที่ปลูกที่ อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี คือ เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว เต่าแตง หนอนชอนใบ และแมลงวันแตง และอภิชาติและคณะ (2561) รายงานว่าในการปลูกแตงโมและแตงเทศ ที่ ต.ม่วง และ ต.คูเมือง อ.มหาชนะชัย จ.ยโสธร พบเพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว เสี้ยนดิน แมลงวันผลไม้ เต่าแตง เพลี้ยอ่อน และไรแดงมากกว่า 2 ชนิด

ในการควบคุมเพลี้ยไฟ **เพลี้ยอ่อน** เพลี้ยแป้ง และแมลงหวี่ขาว รวมทั้งไรแดง และไรขาว ซึ่งเป็นศัตรูพืชประเภทปากดูด เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งสามารถควบคุมประชากรของแมลงศัตรูพืชให้ลดลงเพียงชั่วคราวเท่านั้น เนื่องจากแมลงในกลุ่มนี้มีขนาดเล็กและมีวงชีวิตสั้น และสามารถปรับตัวสร้างความต้านต่อสารเคมีได้รวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาสารเคมีตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม และเป็นอันตรายต่อผู้ใช้โดยตรงจากสารพิษที่เข้าไปสะสมในร่างกาย และส่งผลกระทบไปสู่สุขอนามัยของผู้บริโภคด้วย ดังนั้น การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในโรงเรือนปลูกพืชโดยพาะอย่างยิ่งการควบคุมโดยชีววิธีแบบท่วมท้น (Inundative biological control) (Eilenberg *et al*., 2001; Hajek, 2004) โดยการปล่อยศัตรูธรรมชาติในจำนวณที่สูงในโรงเรือน แทนการใช้สารเคมีจะเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร เพื่อที่จะลดระดับความเสียหายของศัตรูพืชให้ลดลงและไม่สูงจนก่อให้เกิดความเสียหาย เป็นการลดปัญหาสารตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม และเป็นการควบคุมที่เป็นการใช้ศัตรูธรรมชาติหรือทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

ในการใช้แมลงและไรตัวห้ำซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติ เพื่อการควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชที่สำคัญของเมล่อนในสภาพโรงเรือน ก่อนหน้านี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจชนิดของศัตรูของเมล่อนในสภาพโรงเรือน เมื่อเดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนกันยายน 2563 คลุมทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน พบว่าในกรุงเทพฯ ที่โรงเรือนปลูกเมล่อนเลียบคลองทวีวัฒนา แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพฯ พบศัตรูเมล่อน 4 ชนิด คือ เพลี้ยไฟถั่วลิสง *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) ไรแดงกระเจี๊ยบ *Tetranychus macfarlanei* (Acari: Tetranychidae) เพลี้ยอ่อนฝ้าย *A. gossypii* และแมลงหวี่ขาวยาสูบ *B. tabaci* และที่ ต.ห้วยม่วง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม พบแมลงและไรศัตรูเมล่อน 7 ชนิด คือ เพลี้ยไฟถั่วลิสง *C. phaseoli* เพลี้ยไฟฝ้าย *T. palmi* ไรแดงกระเจี๊ยบ *T. macfarlanei* แมลงหวี่ขาวยาสูบ *B. tabaci* เพลี้ยแป้ง *Pseudococcidae* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae) เพลี้ยอ่อนฝ้าย *A. gossypii* และด้วงเต่าแตงแดง *A. indica* และนำศัตรูธรรมชาติ 3 ชนิด คือ มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* (Hemiptera: Anthocoridae) ไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) และไรตัวห้ำ *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) มาทำการเพาะเลี้ยงและเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงและไรศัตรูเมล่อนเหล่านั้น ในสภาพโรงเรือน

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือประเมินประสิทธิภาพในการปล่อยมวนตัวห้ำ *C. exiguus* ไรตัวห้ำ *A. swirskii longispinosus* และไรตัวห้ำ *A. longispinosus* เพื่อควบคุมเพลี้ยไฟถั่วลิสง (bean thrips, *C. phaseoli*) และไรแดงกระเจี๊ยบ (red spider mite, *T. macfarlanei*) ซึ่งเป็นแมลงและไรศัตรูของเมล่อนในสภาพโรงเรือน

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. มวนตัวห้ำ *C. exiguus*
2. กล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 8.5x13x7 เซนติเมตร
3. ไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica*
4. ชั้นเลี้ยงแมลง
5. จานเพาะเลี้ยงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร
6. โรงเรือนผ้าตาข่ายขนาด 6x36 เมตร
7. เมล่อนสายพันธุ์อาซาฮี
8. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการ

การเตรียมเพาะเลี้ยงมวนตัวห้ำ *C. exiguus*

เก็บรวบรวมตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของมวนตัวห้ำ *C. exiguus* จากแปลงมันสำปะหลัง นำมาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ แยกมวนตัวห้ำ *C. exiguus* ระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยไปเพาะเลี้ยงในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 8.5x13x7 เซนติเมตร เลี้ยงด้วยไข่ผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* เป็นอาหาร (อทิติยาและคณะ 2562)

การเพาะเลี้ยงไรตัวห้ำ *A. longispinosus*

เพาะเลี้ยงไรตัว *A. longispinosus* โดยใช้ไรแดงหม่อน *Tetranychus truncatus* (Acari: Tetranychidae) เป็นอาหาร โดยเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการควบคุมอุณหภูมิที่ 27-28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-80% RH และให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 36 W เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน จากนั้นนำไรตัวห้ำในแต่ละวัยมาใช้ทดสอบ (มานิตาและคณะ 2554)

การเพาะเลี้ยงไรตัวห้ำ *A. swirskii*

ได้มีการนำไรตัวห้ำ *A. swirskii* เข้ามาในประเทศไทยก่อนแล้ว โดยการซื้อจาก Koppert Biological Systems ประเทศเนเธอร์แลนด์ ตั้งแต่เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 50,000 ตัว ทั้งได้นำมาเพาะเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการเป็นแหล่งสำรอง (stock culture) ในจานเพาะเลี้ยงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร รองพื้นด้วยขี้เลื่อยละเอียด ให้เป็นที่หลบซ่อนตัวของไร รวม 5 จาน วางไว้ไม่ให้ถูกแสงโดยตรงบนชั้นวางของในห้องปฏิบัติการกักกัน ที่อุณหภูมิ

25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±10 เปอร์เซ็นต์ และช่วงแสง 14D:10L โดยให้ไข่ของผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* เป็นอาหาร ในการเก็บรักษาไรตัวห้ำไว้เป็นแหล่งสำรอง เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาทดลองต่าง ๆ (อทิติยาและคณะ 2561)

การใช้มวนตัวห้ำ *C. exiguus* ไรตัวห้ำ *A. swirskii* และไรตัวห้ำ *A. longispinosus* ในการควบคุมศัตรูเมล่อนในสภาพโรงเรือน

ศึกษาเปรียบเทียบประชากรของแมลงศัตรูเมล่อน แมลงศัตรูธรรมชาติ และผลผลิตในโรงเรือน จำนวน 2 โรงเรือน ดังนี้

โรงเรือนที่ 1 ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ (แปลงควบคุม)

โรงเรือนที่ 2 ปล่อยศัตรูธรรมชาติ

โดยแต่ละโรงเรือนปลูกเมล่อนพันธุ์อาซาฮี เป็นเมล่อนญี่ปุ่นตาข่าย เนื้อสีส้ม ปลูกในโรงเรือนขนาด 6x36 เมตร ภายในโรงเรือนแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 0.6x20 เมตร จำนวน 4 แปลงย่อย โดยแต่ละแปลงย่อยปลูกเมล่อน 2 แถว แถวละ 75 ต้น ระยะปลูกระหว่างต้นห่างกัน 0.3x0.3 เมตร และมีระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 0.6 เมตร ภายในโรงเรือนมีจำนวนเมล่อนทั้งหมดโรงเรือนละ 600 ต้น เก็บตัวอย่างจำนวน 80 ตัวอย่าง/โรงเรือน (ภาพที่ 1) ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างให้ตรงตามหลักเกณฑ์ (1 ต้น คือ 1 ตัวอย่าง) เริ่มทำการเก็บข้อมูลและปล่อยแมลงศัตรูธรรมชาติ ตั้งแต่นำเมล่อนเข้าไปปลูกในโรงเรือน (7 วัน) ทำการทดลองที่ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (เครือข่าย) ต.จรเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี และเริ่มสำรวจเพลี้ยไฟในช่วงที่เริ่มนำต้นกล้าเข้าไปปลูกในโรงเรือนจำนวน 2 โรงเรือน

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

ตรวจนับเพลี้ยไฟและไรศัตรูพืช หลังจากเริ่มปลูกเมล่อนในโรงเรือน 7 วัน

-วิธีการสำรวจเพลี้ยไฟ

นับจำนวนเพลี้ยไฟ 5 ใบต่อต้น โดยสุ่มจากลักษณะการทำลาย เมื่อพบเพลี้ยไฟเข้าทำลายเมล่อนเฉลี่ยมากกว่า 1 ตัวต่อต้น จะเริ่มปล่อยมวนตัวห้ำ *C. exiguus* หรือปล่อยไรตัวห้ำ *A. swirskii* โดยใช้อัตรา 10-15 ตัวต่อต้น

-วิธีการสำรวจไรแดง

ทำเช่นเดียวกับวิธีการสำรวจเพลี้ยไฟ เมื่อพบไรแดงเฉลี่ย 1 ตัวต่อต้น จะเริ่มปล่อยไรตัวห้ำ ไรตัวห้ำ *A. longispinosus* โดยใช้อัตรา 1 ตัวต่อต้น

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- บันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ภายในโรงเรือน
- จำนวนแมลงและไรศัตรูเมล่อน และแมลงศัตรูธรรมชาติ
- นำข้อมูลผลผลิตของเมล่อนทั้ง 2 โรงเรือน เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ปริมาณ และคุณภาพในแต่ละโรงเรือน

- ทำการเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่มประชากรที่มีอิสระต่อกันโดยใช้ t-test เปรียบเทียบ t-test ระหว่างโรงเรือนที่ 1 ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ (แปลงควบคุม) กับโรงเรือนที่ 2 ปล่อยศัตรูธรรมชาติ

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2563 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2564

สถานที่ ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลองของกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (เครือข่าย) ต.จระเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองได้พบศัตรูพืชที่สำคัญในแปลงเมล่อน 2 ชนิด ได้แก่ เพลี้ยไฟถั่วลิสง (bean thrips) *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) และไรแดงกระเจี๊ยบ (red sider mite) *Tetranychus macfarlanei* (Acari: Tetranychidae) (ภาพที่ 2) จากการสุ่มตรวจบริเวณใบเมล่อน พบเพลี้ยไฟถั่วลิสง *C. phaseoli* ในสัปดาห์ที่ 1 ไม่พบความแตกต่างของจำนวนเพลี้ยไฟถั่วลิสง *C. phaseoli* ในโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติและโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ ในสัปดาห์ที่ 2-13 พบความแตกต่างของจำนวนเพลี้ยไฟถั่วลิสง *C. phaseoli* ในโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติมีจำนวนเพลี้ยไฟถั่วลิสง *C. phaseoli* เฉลี่ยน้อยกว่าโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 3) และจากการสำรวจบริเวณดอกของเมล่อน ไม่พบเพลี้ยไฟถั่วลิสง *C. phaseoli* เนื่องจากเกษตรกรเด็ดดอกทิ้งทั้งหมดเหลือแต่ดอกตัวเมียที่ผสมกับตัวผู้แล้วเท่านั้น ซึ่งทำให้แต่ละต้นมีผลผลิต 1 ผลต่อต้น มีการปล่อยมวนตัวห้ำ *C. exiguus* เพื่อควบคุมเพลี้ยไฟถั่วลิสง *C. phaseoli* จำนวน 4 ตัว/ต้น (2,000 ตัว) ปล่อยติดต่อกันทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง (เริ่มปล่อยมวนตัวห้ำเมื่อพบเพลี้ยไฟเฉลี่ย 1 ตัว/ต้น) และได้เปรียบเทียบจำนวนผลผลิตของเมล่อนระหว่างสองโรงเรือนพบว่า โรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติได้ผลผลิต 1,320 กิโลกรัม ขายกิโลกรัมละ 60 บาท ได้เงิน 79,200 บาท มีค่าใช้จ่ายในการผลิตมวนตัวห้ำ *C. exiguus* 3,720 บาทต่อฤดูปลูก (มวนตัวห้ำ 1 ตัว ราคา 0.16 บาท) (ตารางที่ 2) เหลือเงิน 75,480 บาท ซึ่งมากกว่าโรงเรือนที่ไม่ได้ปล่อยศัตรูธรรมชาติ (ตารางที่ 3)

มวนตัวห้ำ *C. exiguus* เป็นมวนในวงศ์ Anthocoridae ซึ่งในวงค์นี้มีตัวห้ำที่สำคัญคือมวนตัวห้ำสกุล *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae) เป็นแมลงตัวห้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เช่น เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว ไข่ผีเสื้อ หนอนผีเสื้อที่มีขนาดเล็ก และไรแดงเหมือนมวนตัวห้ำ *C. exiguus* (Lattin, 2000) เช่น มวนตัวห้ำ *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่สามารถควบคุมเพลี้ยไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เพลี้ยไฟ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) เพลี้ยไฟ *Frankliniella tritici* (Fitch) (Thysanoptera: Thripidae) และเพลี้ยไฟ *Frankliniella*

bispinosa (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae) (Hansen, *et al*., 2003) และใช้ *Orius albidipennis* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae) ควบคุมเพลี้ยไฟ *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae) ในพืชผักที่ปลูกโรงเรือนของ อเมริกายุโรป และในอัฟริกา (Gitonga *et al*., 2002)

มวน *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae) เป็น “มวนตัวห้ำแอนโธคอริด” (anthocorid predator) หรือ “มวนโจรสลัด” (pirate bug) ชนิดหนึ่ง สามารถกินไข่และตัวอ่อนของแมลงศัตรูพืชหลายชนิดเป็นตัวห้ำทั่วไป (generalist predator) อทิติยาและคณะ (2557) รายงานว่าพบมวน *C. exiguus* เป็นครั้งแรกในประเทศไทยในแปลงมันสำปะหลังใน จ.กาญจนบุรี และรายงานว่ามวน *C. exiguus* มีอุปนิสัยเป็นตัวห้ำในระยะตัวอ่อนทั้งห้าวัยและตัวเต็มวัย กินแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น เพลี้ยไฟฝ้าย *Thrips palmi* เพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง *Phenacoccus manihoti* ไรขาวพริก *Polyphagotarsonemus latus* และไรแดงหม่อน *T. truncatus* และจากการศึกษาประสิทธิภาพของ *C. exiguus* ในการควบคุมเพลี้ยไฟฝ้ายในโรงเรือน อทิติยาและคณะ (2562) พบว่าการปลดปล่อยมวนตัวห้ำชนิดนี้ตั้งแต่ระยะตัวอ่อนวัยที่ 3 ขึ้นไป หรือตัวเต็มวัยเพศเมีย จำนวน 1 ตัวต่อต้นของพืชอาศัย เมื่อพบเพลี้ยไฟฝ้าย 30 ตัวต่อต้น มวนตัวห้ำสามารถกินเพลี้ยไฟฝ้ายได้หมดภายในเวลาสองวัน ซึ่งนำผลงานวิจัยในโรงเรือนทดลองมาต่อยอดในโรงเรือนเมล่อนของเกษตรกร

จากการสำรวจไรแดงกระเจี๊ยบ *T. macfarlanei* บริเวณใบเมล่อน พบจำนวนไรแดงกระเจี๊ยบ *T. macfarlanei* เฉลี่ยต่ำกว่า 1 ตัวต่อใบ ทั้งในโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติและโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพบไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* (Evans) ที่เป็นตัวห้ำที่สำคัญของไรแดงในวงศ์ Tettrachidae ซึ่งมักจะพบตามธรรมชาติในแปลงที่ไม่ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช มานิตาและวัฒนา (2543) ได้รายงานว่าไรตัวห้ำ *A. longispinosus* เป็นไรตัวห้ำพันธุ์พื้นเมืองของประเทศไทยซึ่งมีเขตการแพร่กระจายทุกภูมิภาค และทำการทดลองการใช้ไรตัวห้ำ *A. longispinosus* ในการควบคุมไรศัตรูกุหลาบ 2 ชนิด ได้แก่ ไรแมงมุมคันวาวา *Tetranychus kanzawai* Kishida และไรสองจุด *T. urticae* Koch เปรียบเทียบกับการพ่นสารป้องกันกำจัดไร ดำเนินการทดลองในไร่กุหลาบของเกษตรกร อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ผลการทดลองพบว่า การปล่อยไรตัวห้ำในอัตรา 9-10 ตัวต่อต้น ทุก 2-3 สัปดาห์ สามารถควบคุมไรศัตรูกุหลาบได้ดีกว่าการใช้สารป้องกันกำจัดไร ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้ได้พบไรตัวห้ำในธรรมชาติโดยที่ยังไม่มีการปล่อยและไรตัวห้ำสามารถควบคุมประชากรของไรแดงได้จึงไม่มีเกิดการระบาดในโรงเรือนทดลอง

ในการทดลองนี้ปล่อยศัตรูธรรมชาติเพียงชนิดเดียวคือ มวนตัวห้ำ *C. exiguus* (ภาพที่ 4) เพื่อความคุมเพลี้ยไฟถั่วลิสง ซึ่งสามารถลดจำนวนประชากรของเพลี้ยไฟได้จึงไม่ได้ปล่อยไรตัวห้ำ *A. swirskii* เพื่อมาใช้ควบคุมเพลี้ยไฟถั่วลิสง ในส่วนการควบคุมกำจัดไรแดงกระเจี๊ยบ ไม่มีการปล่อย

ไรตัวห้ำ *A. longispinosus* เนื่องจากพบไรตัวห้ำชนิดนี้ในโรงเรือนเมล่อนทั้งสองโรงเรือน ศัตรูธรรมชาติที่พบในโรงเรือนเมล่อนคือ แมลงมุมกระโดด และแมงมุมตาหกเหลี่ยม

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการเปรียบเทียบกรรมวิธีที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติในโรงเรือนเมล่อนพบว่า จำนวนเพลี้ยไฟถั่วลิสงลดลงและมีจำนวนเฉลี่ยน้อยกว่าโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการปล่อยมวนตัวห้ำ จำนวน 24,000 ตัวต่อฤดูปลูก (สัปดาห์ละ 2,000 ตัว) โดยมีต้นทุนการผลิตมวนตัวห้ำตัวละ 0.16 บาท ผลิตของโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติได้เมล่อน 1,320 กิโลกรัม ส่วนผลผลิตของโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติได้เมล่อนเพียง 850 กิโลกรัม

การใช้มวนตัวห้ำควบคุมเพลี้ยไฟถั่วลิสงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความเป็นไปได้สูงในการนำไปใช้ร่วมกับวิธีการอื่น ๆ ในประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันได้มีการศึกษาวิธีการผลิตมวนตัวห้ำให้ได้ปริมาณมาก และการใช้ที่ง่าย สะดวก และประหยัด เรียบร้อยแล้ว ควรมีการส่งเสริมการผลิตในเชิงการค้า เพื่อให้เกษตรกรสามารถหาซื้อ และนำไปใช้ได้สะดวก นอกจากนั้น ควรมีการศึกษาการนำมวนตัวห้ำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชอื่น ๆ ในสภาพไร่ต่อไป สิ่งสำคัญก่อนที่จะนำมวนตัวห้ำไปใช้ ต้องส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกษตรกรรู้จักและวินิจฉัยชนิดของศัตรูพืชให้ถูกต้องเพื่อจะได้หาวิธีการควบคุมศัตรูพืชชนิดนั้น ๆ อย่างถูกวิธี ควรมีการสุ่มตรวจนับเพลี้ยไฟก่อนการตัดสินใจป้องกันกำจัด รวมถึงอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติในแปลงของเราด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นักวิชาการเกษตร กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยดำเนินการรวบรวมข้อมูล จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

มานิตา คงชื่นสิน พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2554. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์พืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 15. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 119-140.

มานิตา คงชื่นสิน และวัฒนา จารณศรี. 2543. ชีววิทยาและประสิทธิภาพของไรตัวห้ำพันธุ์ต่างประเทศและไรตัวห้ำพันธุ์พื้นเมือง. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 22 (3): 206-216.

อทิติยา แก้วประดิษฐ์ พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล และรจนา ไวยเจริญ. 2557. การศึกษาชีววิทยาและความชอบของมวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae) ที่มีต่อเหยื่อ. หน้า 31-43. *ใน*: การ

ประชุมสัมมนาวิชาการอารักขาพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร 3-5 กันยายน 2557. ณ เดอะกรีนเนอรี่ รีสอร์ท, นครราชสีมา.

อทิติยา แก้วประดิษฐ์ พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ พลอยชมพู กรวิภาสเรือง อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล ณพชรกร ธไภษัชย์ และวิมลวรรณ โชติวงศ์. 2562. ชีววิทยา การเพาะเลี้ยง ประสิทธิภาพการกินเหยื่อและผลกระทบของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อมวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae). วารสารวิชาการเกษตร 37 (2): 112.

Gitonga, L.M., W.A. Overholt, B. LÖhr, J.K. Magambo and J.M. Mueke. 2002. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothripssjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). Biological Control. 24: 1-6.

Hansen, E.A., J.E. Funderburk, S.R. Reitz, S. Ramachandran, J.E. Eger and H. Mcauslane. 2003. Within-plant distribution of *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in field pepper. Environmental Entomology. 32(5): 1035-1044.

Lattin, J.D. 2000. Minute pirate bugs (Anthocoridae). ***In*** Heteroptera of Economic Importance. Schaefer, C.W. and A.R. Panizzi (eds.). pp. 607-637. CRC Press.

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยไฟต่อใบในโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติกับโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ ในแต่ละสัปดาห์ ระหว่างเดือนกุมภาพันธุ์ถึงมีนาคม 2564 ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (เครือข่าย) ต.จรเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี สภาพภายใต้โรงเรือนเมล่อน (38±2°C and 50±2%RH)

ช่วงเวลา	ค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยไฟ (ตัว/ใบย่อย)[1/]		t-test[2/]
	โรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ	โรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ	
สัปดาห์ที่ 1	0.25	0.34	+0.83^{ns}
สัปดาห์ที่ 2	0.99	0.18	-3.55**
สัปดาห์ที่ 3	1.63	0.96	-2.79**
สัปดาห์ที่ 4	7.36	3.00	-3.41**
สัปดาห์ที่ 5	3.36	1.19	-2.92**
สัปดาห์ที่ 6	49.76	11.26	-5.52**
สัปดาห์ที่ 7	14.09	7.59	-2.13*

[1/]ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลเก็บตัวอย่างใบเมล่อนจำนวน 5 ใบ/ต้น สัปดาห์ละ 1 ครั้งจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

[2/]+ แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยไฟในโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ > แปลงที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ

- แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยไฟในโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ > แปลงที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

^{ns} ไม่แตกต่างทางสถิติ

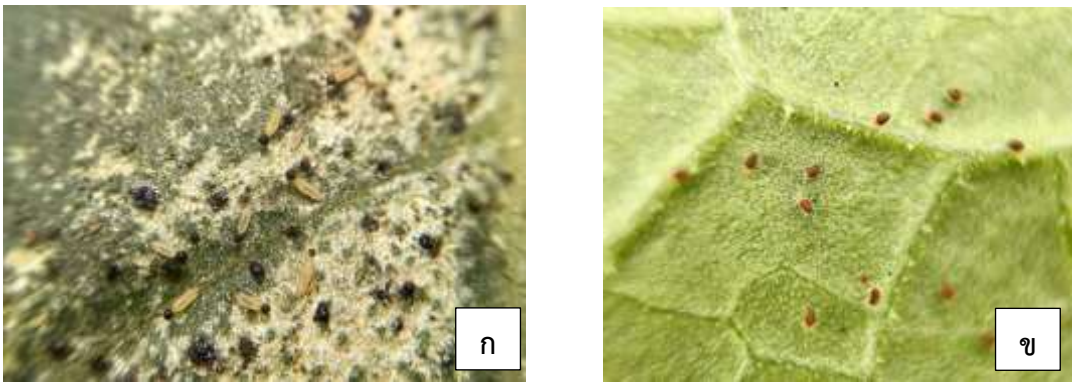
ตารางที่ 2 ต้นทุนการผลิตมวนตัวห้ำ *C. exiguus* ตลอดฤดูปลูกเมล่อนพันธุ์อาซาฮี ที่ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (เครือข่าย) ต.จรเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท/ฤดูปลูก)
ค่าไข่ผีเสื้อข้าวสาร 100 กรัม	1,500
ค่ากระดาษทิชชู่เอนกประสงค์ 3 ม้วน*20 บาท	60
กล่องพลาสติกขนาดขนาดกว้าง 8.5x13x7 เซนติเมตร 6 กล่อง*50 บาท	300
ค่าแรง (ใช้คนงานประจำ 1 คน ที่มีอยู่แล้ว)	
รวม	1,860
ปล่อยมวนตัวห้ำ 12,000 บาท	
ต้นทุนผลิตมวนตัวห้ำ 0.155 บาท/มวนตัวห้ำ 1 ตัว	

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบรายได้ผลผลิตเมล่อนที่ปลูกในโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติกับโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ

โรงเรือน	ผลผลิต	รายได้	รายจ่าย	รวม
	กิโลกรัม	กิโลกรัมละ60 บาท	มวนตัวห้ำ (บาท)	
โรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ	850	51,000	0	51,000
โรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ	1,320	79,200	1,860	77,340

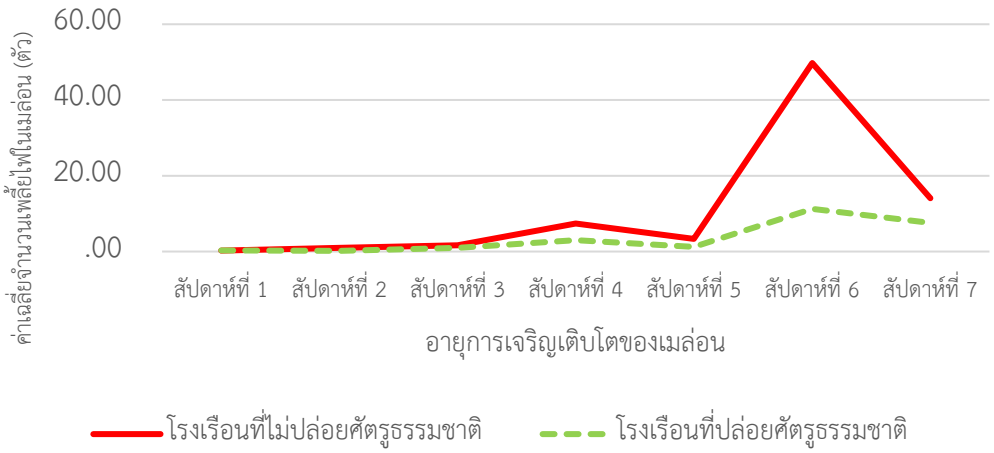
ภาพที่ 1 แปลงโรงเรือนเมล่อนที่ดำเนินการทดลองที่ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (เครือข่าย) ต.จระเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี



ภาพที่ 2 ศัตรูพืชที่พบในโรงเรือนเมล่อน

ก. เพลี้ยไฟถั่วลิสง (bean thrips) *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae)

ข. ไรแดงกระเจี๊ยบ (red sider mite) *Tetranychus macfarlanei* (Acari: Tetranychidae)



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบจำนวนประชากรของเพลี้ยไฟระหว่างโรงเรือนที่ไม่ปล่อยศัตรูธรรมชาติกับโรงเรือนที่ปล่อยศัตรูธรรมชาติ

ภาพที่ 4 ศัตรูธรรมชาติที่พบในโรงเรือนเมล่อน

ก. มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae)

ข. ไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae)

การพัฒนาชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* และวิธีการใช้เพื่อควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรีย

Development on Production and Utilization of *Bacillus subtilis* Bioproduct Control Bacterial wilt of Potato

รุ่งนภา ทองเครั่ง[1/] ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล[1/] บูรณี พั่ววงษ์แพทย์[1/]
กาญจนา ศรีไม้[1/] ทิพวรรณ กันหาญาติ[1/] อรทัย วงศ์เมธา[2/]
[1/]กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่

Abstract

In this research, formulation development of the biocontrol agent *Bacillus subtilis* strain BS-DOA 24 and test efficacy to control potato bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. Conducted experiment from October 2017 - September 2021. *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24 5 days cultures were showed heat resistant cells (endospores) 84.55% using TSA. Formulations for treatment 5 used Kaolin + amino acid carriers gave good powder with final concentration product 4.5 x 10^{12} cfu/g. Formulations stored at 4$\pm$1 5 ^{o}C showed good shelf life during 12 months, and stored at room temperature (27$\pm$2^{o}C) showed good shelf life during 5 months. The efficacy of the BS-DOA24 powders formulations dissolved in 1 % polyvinyl pyrrolidone (1% PVP) 360,000, and a potato seed coating powders formulations with final concentration 2.10 x 10^{5} cfu/g. Efficacy of BS-DOA24 formulations against bacterial wilt on potato in green house, resulting used coating seed + 3 g/pot/week gave good yield 15 tuber/plant average weight 23.09 g/tuber, treatment used coating seed + 50g/20 liters/week gave yield 15 tuber/plant average weight 22 .03 g/tuber. The efficacy of BS-DOA24 formulations to control bacterial wilt was tested on Atlantic potato at Phop Phra district, Tak Province. Experimental treatment were prepared to coating seed and powders formulations, and efficacy was compared to uncoating seed. Resulting used coating seed + 50g/20 liters disease incidence 21.50% was statistical differences all treatments and gave good yield 15.80 kg/experimental plot.

Keywords : Bacterial wilt, Potato, Biological control agent

รหัสการทดลอง 03-05-60-01-02-00-49-63

บทคัดย่อ

การพัฒนาชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA24 และวิธีการใช้เพื่อควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรีย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA24 และวิธีการใช้ควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียให้มีประสิทธิภาพ ดำเนินการทดลองระหว่างตุลาคม 2560-กันยายน 2564 การทดลองนี้ศึกษาการสร้างเซลล์ทนร้อนหรือการสร้างเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA24 พบว่าเมื่อเลี้ยงบนอาหาร TSA เป็นระยะเวลา 5 วัน เชื้อสร้างเอ็นโดสปอร์ 84.55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาพัฒนารูปแบบชีวภัณฑ์ตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่ากรรมวิธีที่ 5 การใช้ Kaolin + amino acid เป็นสารตัวพามีความเหมาะสม ได้ปริมาณเชื้อ 4.5×10^{12} หน่วยโคโลนี/กรัม สามารถเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4$\pm$15 องศาเซลเซียส ได้นาน 12 เดือน สามารถละลายในสารเคลือบชนิดต่างๆ ได้ดี การทดสอบชนิดสารเคลือบพบว่าสารละลาย 1% polyvinyl pyrrolidone (1% PVP) 360,000 สามารถเคลือบหัวพันธุ์มันฝรั่งกับชีวภัณฑ์ได้ค่อนข้างดี มีปริมาณเชื้อ 2.10×10^{5} หน่วยโคโลนี/กรัม (ปริมาณเชื้อ : นำหนักหัวมันฝรั่ง) หลังเคลือบ การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์และอัตราการใช้ที่เหมาะสม ในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง พบว่ากรรมวิธีที่ใช้หัวมันฝรั่งเคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตรา 3.0 กรัม/ต้น มีจำนวนหัวมันฝรั่งเฉลี่ย/ต้นเท่ากับ 15 หัว/ต้น และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวเท่ากับ 23.09 กรัม/หัว และกรรมวิธีที่ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 50 กรัม/ต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหัวมันฝรั่งเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 15 หัว/ต้น และมีน้ำหนักเฉลี่ย/หัวเท่ากับ 22.03 กรัม/หัว ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีสามารถเก็บผลผลิตมันฝรั่งได้ปริมาณสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธี การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์และอัตราการใช้ที่เหมาะสมในสภาพแปลงทดลอง พบว่ากรรมวิธีที่ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์+รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตราที่ 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 21.50% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์+โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตรา 1 กรัม/ต้น ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 34.50% และกรรมวิธีควบคุมซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 53% จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมดในแปลงทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์+รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตราที่ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีปริมาณผลผลิตมันฝรั่งเฉลี่ยต่อแปลงย่อยสูงสุด ได้น้ำหนักเฉลี่ย 15.80 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี

คำหลัก : โรคเหี่ยวแบคทีเรีย มันฝรั่ง สารชีวภัณฑ์

คำนำ

มันฝรั่ง (potato) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Solanum tuberosum* L. จัดอยู่ในวงศ์มะเขือ (solanaceae) มันฝรั่งจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคเหนือ ทำรายได้สูงมากให้แก่เกษตรกรเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่นหลายชนิด (วงศ์, 2541) แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูนและตาก ซึ่งมีผลผลิตรวมกันประมาณร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีการผลิตมันฝรั่งในจังหวัดเชียงราย สกลนคร และเลย โดยสามารถปลูกมันฝรั่งได้ถึง 200,000 ไร่ ร้อยละ 90 เป็นการผลิตมันฝรั่งเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปส่งโรงงาน (สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มก, 2557) จากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี 2558 จะมีเนื้อที่เพาะปลูกในประเทศรวม 44,485 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2557 จำนวน 5,627 ไร่ มีผลผลิตรวมทั้งหมด 115,541 ตัน เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 17,077 ตัน โดยรวมทั้งพันธุ์โรงงานและพันธุ์บริโภค ซึ่งสาเหตุที่ทีการขยายเนื้อที่เพาะปลูกมาก เป็นผลมาจากการที่กระทรวงเกษตรฯ ได้ร่วมกับเอกชนที่มีโรงงานแปรรูป ส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ 5 จังหวัด ประกอบด้วยเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำพูน และตาก เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการปลุกมันฝรั่งพันธุ์โรงงานปี 2557-2560 ขึ้น ซึ่งมีเกษตรกรจำนวน 1,500 ราย แจ้งความประสงค์สนใจจะปลูก โดยโครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงานจะทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

โรคเหี่ยว (bacterial wilt) ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* มีรายงานการพบครั้งแรกในปี 1890 ซึ่งพบในมันฝรั่ง ต่อมา Tryon (1894) ได้รายงานพบโรคเหี่ยวของมันฝรั่งใน Queensland และได้ทดสอบการเกิดโรคกับมะเขือเทศและมันฝรั่งโดย Smith (1896) เชื้อ *Ralstonia solanacearum* มีพืชอาศัยค่อนข้างกว้าง พืชที่มีรายงานว่าอ่อนแอต่อเชื้อนี้มาก คือ มันฝรั่ง มะเขือเทศ ยาสูบ มะเขือม่วง (eggplant) โรคนี้พบระบาดและสร้างความเสียค่อนข้างมากในมันฝรั่งที่ปลูกแถบเอเชีย แอฟริกา และอเมริกากลาง (Martin and French, 1985) ลักษณะอาการโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรีย ในระยะแรกมันฝรั่งจะแสดงอาการเหี่ยวที่ใบ กิ่งลู่ลง เฉพาะในช่วงกลางวัน คล้ายอาการขาดน้ำ และฟื้นเป็นปกติในช่วงเวลากลางคืน จะแสดงลักษณะอาการแบบนี้ 3-5 วัน หลังจากนั้นมันฝรั่งจะแสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น และตายในที่สุด ซึ่งถ้าสังเกตบริเวณโคนต้นเหนือดิน ความสูงไม่เกิน 2.5 เซนติเมตร จะพบว่าตรงบริเวณโคนต้นมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำมาตัดลำต้นตามขวางแล้วแช่น้ำสะอาดจะพบของเหลวสีขาวเหมือนน้ำนม (bacterial oozes) ไหลออกมา ส่วนลักษณะอาการบนหัวมันฝรั่ง ถ้าสังเกตบริเวณผิวด้านนอกจะไม่เห็นความผิดปติ แต่เมื่อตัดหัวมันฝรั่งตามขวางจะพบว่าบริเวณท่อน้ำท่ออาหารเป็นสีน้ำตาล หรือแสดงอาการเน่าสีน้ำตาล ลักษณะคล้ายอาการเน่าสีน้ำตาล ลักษณะอาการบนหัวมันฝรั่งจะขึ้นอยู่กับระยะพัฒนาการของโรคถ้าอาการของโรครุนแรงหัวมันฝรั่งก็จะแสดงอาการเน่า ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ตั้งแต่ภายนอก (EPPO, 2004)

การควบคุมและการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง ทำได้ค่อนข้างยากหากพบการระบาดของโรคในแปลงแล้ว เนื่องจากโรคนี้ไม่มีสารเคมีที่แนะนำให้เกษตรกรนำไปใช้ได้ วิธีการควบคุมและป้องกันกำจัดโรคนี้เน้นวิธีการเขตกรรม คือ การทำความสะอาดแปลงหลังเก็บเกี่ยวเสร็จแล้ว ให้เก็บ

เศษซากพืชออกจากแปลงไปเผาทำลายให้หมด เพื่อลดแหล่งสะสมของเชื้อโรค หรือเมื่อพบต้นเป็นโรคในแปลงให้รีบขุดออกจากแปลงทันที แล้วโรยด้วยปูนขาวบริเวณที่ขุดต้นเป็นโรคออกไป ไถพลิกหน้าดินตากดินทำการอบดินด้วยยูเรียและปูนขาวก่อนปลูกพืช การปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่ใช่พืชอาศัยของเชื้อสาเหตุ การใช้หัวพันธุ์ปลอดโรคแนะนำให้มีการตรวจหัวพันธุ์ก่อนปลูก นอกจากการควบคุมโรคด้วยวิธีทางเขตกรรมแล้ว ก็แนะนำให้ใช้ร่วมกับการควบคุมโรคด้วยชีววิธี เช่น การใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง รวมถึงการใช้พันธุ์มันฝรั่งที่ทนทานและต้านทานต่อโรคนี้ (Muthoni *et al*, 2012)

การพัฒนาพันธุ์มันฝรั่งที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวได้ นับเป็นวิธีการจัดการโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้ยังไม่มีพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้วสามารถต้านทานต่อโรคนี้ได้ดี เนื่องจากความต้านทานโรคของพันธุ์มันฝรั่งมีความจำเพาะกับพื้นที่ สภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูก และสายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุด้วย ซึ่งพันธุ์มันฝรั่งที่สามารถปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาให้มีความต้านทานต่อโรคนี้ในพื้นที่หนึ่ง เมื่อนำมันฝรั่งพันธุ์ดังกล่าวไปปลูกยังพื้นที่อื่น อาจสูญเสียลักษณะที่ต้านทานโรคไป (Muthoni *et al*, 2014) นอกจากนี้ยังพบว่ามันฝรั่งหลาย ๆ พันธุ์ที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ ยังคงมีการติดเชื้อแฝงอยู่ในหัวพันธุ์และสามารถถ่ายทอดโรคผ่านหัวพันธุ์ได้โดยที่ไม่แสดงอาการของโรค หรือเรียกว่า การติดเชื้อแฝง (latent infection) ซึ่งหากนำหัวพันธุ์มันฝรั่งดังกล่าวไปปลูกในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น และสภาพแวดล้อมเหมาะสมแก่การเกิดโรค ก็อาจจะแสดงอาการของโรคเหี่ยวได้ (Priou *et al*, 1999) มีรายงานการศึกษามันฝรั่งพันธุ์ต้านทานต่อโรคเหี่ยว โดยใช้มันฝรั่งพันธุ์ ฝาง 60, Spunta, Kennebec, Atlantic, Agria, Dunja, Model, Ponto และ Hilta ผลการศึกษาคัดเลือกพบว่าไม่มีมันฝรั่งพันธุ์ใดที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวได้ แต่มีมันฝรั่ง 2 พันธุ์ ที่แสดงอาการทนต่อโรคนี้ได้ดีพอควร คือ พันธุ์ IBP-Selection 1xPPC 4-8 และพันธุ์ PPC 4-8 x CIP 376019-2 (วงศ์, 2536)

การควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียด้วยชีววิธี โดยการคัดเลือกและศึกษาจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง จึงเป็นแนวทางที่สำคัญ โดยเฉพาะการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ (antagonist) ในสกุล *Bacillus* เนื่องจากแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* คุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น สามารถสร้างเอนโดสปอร์ (endospore) ที่ทนทานต่อสารเคมี รังสี และความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ปกติ (Kloepper *et al*., 2004) เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ทนต่ออุณหภูมิช่วงกว้างตั้งแต่ -5 ถึง 75 องศาเซลเซียส สามารถเจริญได้ใน pH 2-8 ทนต่อความเค็มของเกลือได้ถึง 25% และสามารถเจริญได้ในอุณหภูมิสูงถึง 55 องศาเซลเซียส (El-Hassan and Gowen, 2006) แบคทีเรียสกุล *Bacillus* ยังมีกลไกการเป็นปฏิปักษ์ที่สำคัญหลายรูปแบบ เช่น สร้างสารปฏิชีวนะและเอนไซม์ได้ (Shoda, 2000) สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้หลายชนิดที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืช เช่น bacillomycin, iturin, mycosubtilin, bacilysin, fengymycin และ mycobacillin เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถสร้างเอนไซม์ที่สำคัญได้แก่ glucanase ที่สามารถย่อยสลาย glucans และ chitinase ที่สามารถย่อยผนังเซลล์ของเชื้อราได้

(กฤติกา, 2549; นิตยา, 2549) แบคทีเรียสกุล *Bacillus* บางชนิดเมื่ออยู่ในสภาพที่ขาดธาตุเหล็กสามารถสร้างสาร siderophore ได้ (Hu and Boyer, 1996) ซึ่งจะรบกวนกระบวนการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของเชื้อสาเหตุโรคพืช ทำให้การเกิดโรคของพืชลดลง (Shoda, 2000) นอกจากนี้พบว่าแบคทีเรียสกุล *Bacillus* หลายชนิด เป็น Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และสามารถชักนำให้พืชเกิดความต้านทาน (Inuduce Sysytemic resistant: ISR) ต่อเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และไส้เดือนฝอยรากปมซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ (Kloepper *et al*., 2004) มีรายงานการนำแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* มาใช้ควบคุมโรคพืชที่เกิดจากแบคทีเรียค่อนแพร่หลาย ปี 1997 Sanaina *et al*. ได้รายงานการศึกษาแบคทีเรียจากบริเวณรากของต้นมันฝรั่งโดยแยกแบคทีเรียจากรากของต้นปกติและรากของต้นที่เป็นโรค นำมาคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ พบว่าแบคทีเรีย *Bacillus cereus, Bacillus subtilis* และ *Enterobacter cloaceae* ที่แยกได้จากรากมันฝรั่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สามารถลดการเกิดโรคได้ 27-71 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ผลผลิตมันฝรั่งเพิ่มขึ้น 60 เปอร์เซ็นต์ ปี 2548 วงศ์และคณะ ได้รายงานการใช้แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ DOA-WB4 ซึ่งแยกจากดินบริเวณรากมันฝรั่งที่ไม่เป็นโรคในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค พบว่าแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ DOA-WB4 สามารถควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ได้ ณัฏฐิมาและคณะ (2547) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเชื้อ *Bacillus* spp. ในการควบคุมโรคเหี่ยวของขิงและมะเขือเทศ และพบว่า เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวของขิงถึง 60% การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ในการทดลองนี้เตรียมในรูปเซลล์แขวนลอยของแบคทีเรียแล้วนำไปจุ่มหัวพันธุ์ และ/หรือราดลงบนดินซึ่งเป็นการไม่สะดวกต่อเกษตรกรที่จะนำไปใช้ในสภาพแปลง และวิธีการปฏิบัติเช่นนี้ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* มักไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม ซึ่งส่วนใหญ่ประสิทธิภาพมักจะลดลงอันเนื่องมาจากเซลแบคทีเรียตายลง

ณัฏฐิมาและคณะ (2550) จึงได้พัฒนาสูตรสำเร็จ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ No.4 แบบผง โดยเพิ่มปริมาณบนอาหารแข็ง TSA ผสมกับสารละลาย magnesium sulfate ความเข้มข้น 0.1 M, carboxymethyl cellulose ความเข้มข้น 2.5 % และผง talcum 1:4 (V:W) ได้ผงแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีปริมาณแบคทีเรีย 1.1×10^{10} หน่วยโคโลนี/กรัม สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 12 เดือน ในขณะที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้นาน 15 เดือน มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวในแปลงที่มีการระบาดของโรคเหี่ยวของขิง โดยสามารถควบคุมโรคเหี่ยวได้ร้อยละ 28.95 และ ร้อยละ 53.66 ในปีแรกและปีที่สองตามลำดับ ต่อมาบูรณี และคณะ (2558) ได้นำแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ DOA-WB4 จากที่วงศ์ และคณะ (2548) ได้รายงานว่า *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ DOA-WB4 มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียได้ มาพัฒนาต่อยอดเป็นชีวภัณฑ์ในรูปผง ทำการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ DOA-WB4 ที่พัฒนาขึ้นในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

และในระดับแปลงปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรพบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียได้ แต่การควบคุมโรคในแปลงเกษตรกรยังได้ผลไม่ดีพอ การทดลองจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA24 และวิธีการใช้ควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียให้มีประสิทธิภาพ สามารถแนะนำการใช้สู่เกษตรกรได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 (ที่เก็บรักษาไว้ในหน่วยเก็บรักษาเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์โรคพืช ของกรมวิชาการเกษตร)

อุปกรณ์มาตรฐานในห้องปฏิบัติการแบคทีเรีย ได้แก่ ตู้เขี่ยเชื้อชนิดปลอดเชื้อ เข็มเขี่ยเชื้อ (loop) ตะเกียงแอลกอฮอล์ หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autovlave) ตู้อบ (Hot air oven) อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ตู้เย็นสำหรับเก็บตัวอย่าง หม้อนึ่งความดันไอน้ำ ตู้แช่แข็ง (Freezer -20) องศาเซลเซียส ตู้อบเครื่องแก้ว (hot air oven) เครื่องเขย่า (Shaker) เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่ง เครื่องวัด pH (pH meter) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) เครื่องกวนสาร (magnetic stirrer) จานเลี้ยงเชื้อ (petri dish) หลอดทดลอง อาหารเลี้ยงเชื้อ เช่น Tryptic Soy Agar (TSA), Tryptic Soy Broth (TSB) สารเคมีที่ใช้ทดลองเป็นสารตัวพา เช่น Talcum, cellulose, kaolin, glucose, yeast, peptone อุปกรณ์ปลูกต้นไม้ วัสดุปลูก สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช สารฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมี

วิธีการ

1. ศึกษาการทนความร้อนของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis*

เลี้ยงแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* บนอาหาร Tryptic soy agar (TSA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง จากนั้นเขี่ยเชื้อลงในอาหาร Tryptic soy broth (TSB) ที่เติม 2% dextrose ปริมาตร 150 มิลลิลิตร วางในเครื่องเขย่า ที่ความเร็วรอบ 130 รอบ/นาที อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 5 และ 7 วัน แล้วแบ่งเซลล์แขวนลอยแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่บ่มไว้แต่ละระยะเวลา ลงในหลอดทดลอง นำไปต้มในอ่างน้ำร้อน (water bath) ที่อุณหภูมิ 70 80 และ90 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 15 30 45 และ 60 นาที ตรวจนับจำนวนเซลล์ในแต่ละช่วงเวลาด้วยวิธี serial dilution plating technique ในแต่ละอายุเชื้อ จะเตรียมเซลล์แขวนลอยให้มีความเข้มข้น 4 ระดับๆ ละ 3 ซ้ำ บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียปฏิปักษ์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เป็นเซลล์แขวนลอยที่ไม่ได้รับความร้อน แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสร้างเซลล์ทนร้อนจากสูตร (กุศล และ พิศาล, 2556)

$$\text{เซลล์ทนร้อน (\%)} = \frac{\text{จำนวนเซลล์แบคทีเรียปฏิปักษ์ในชุดที่ได้รับความร้อน} \times 100}{\text{จำนวนเซลล์แบคทีเรียปฏิปักษ์ในชุดที่ไม่ได้รับความร้อน}}$$

2. พัฒนารูปแบบชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis*

เลี้ยงแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* ในอาหาร Tryptic soy broth (TSB) ที่เติม 2% dextrose ปริมาตร 250 มิลลิลิตร วางในเครื่องเขย่า ที่ความเร็วรอบ 130 รอบ/นาที อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนใสทิ้งละลายตะกอนเชื้อด้วย 2.47% $MgSO_4.7H_2O$ วางทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที จากนั้นเติม 2.5% CMC (carboxymethyl cellulose) ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปผสมกับสารตัวพา (carrier) ตามกรรมวิธีต่างๆ (Amal, 2010) วางแผนการทดลองแบบ CRD 9 กรรมวิธี 4 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 Kaolin
กรรมวิธีที่ 2 Zeolite
กรรมวิธีที่ 3 Amino acid
กรรมวิธีที่ 4 Talcum + amino acid
กรรมวิธีที่ 5 Kaolin + amino acid
กรรมวิธีที่ 6 Zeolite + amino acid
กรรมวิธีที่ 7 Talcum + Zeolite + amino acid
กรรมวิธีที่ 8 Kaolin + Zeolite + amino acid
กรรมวิธีที่ 9 Talcum (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

หลังจากผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว นำไปตากให้แห้งใช้เวลาประมาณ 3 วัน จากนั้นนำไปบดให้ละเอียด และเช็คปริมาณเชื้อด้วยวิธี serial dilution plating technique บนอาหาร TSA บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วตรวจนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียปฏิปักษ์

3. ตรวจสอบความอยู่รอดของเชื้อ *Bacillus subtilis* ในสภาพอุณหภูมิต่างๆ

นำชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้ไปเก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 27$\pm$ 2 องศาเซลเซียส และเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส ตรวจเช็คปริมาณเชื้อด้วยวิธี serial dilution plating technique บนอาหาร TSA บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียปฏิปักษ์ ซึ่งการตรวจเช็คความอยู่รอดของเชื้อจะทำทุก ๆ เดือน เป็นระยะเวลา 12 เดือน เมื่อได้สูตรชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว จึงนำไปพัฒนาเป็นรูปแบบชีวภัณฑ์สำหรับใช้เคลือบหัวพันธุ์มันฝรั่งก่อนปลูกต่อไป

4. พัฒนาวิธีการเคลือบชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* บนหัวพันธุ์มันฝรั่งก่อนปลูก

4.1 การเตรียมสารละลายที่มีคุณสมบัติช่วยเคลือบหัวพันธุ์

เลือกสารละลายที่มีรายงานว่ามีคุณสมบัติช่วยเคลือบเมล็ดพืชได้ เป็นสารที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย และเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เสื่อมคุณภาพ ในการทดลองนี้ได้เลือกสารช่วยเคลือบมาทดลองทั้งหมด 10 ชนิด คือ alginic acid (ALG), carrangeenan (CAR), dextrin (DIN), dextran

(DAN), pelgel (PEL), polyethylene glycol (PEG), polyvinyl pyrrolidone (PVP), Methyl cellulose (MC), polyvinyl alcohol (PVA) และ gelatin (GEL) โดย ALG, CAR, DIN, DAN, PEL, PEG และ PVP สามารถละลายได้ในน้ำเย็น ส่วน MC, PVA และ GEL จะละลายในน้ำร้อน ความเข้มข้นของสารเคลือบที่นำทดสอบ DIN, DAN, PEL, PEG, PVP และ PVA จะทดสอบที่ความเข้มข้น 1% และ 10% ส่วน MC, ALG และ GEL จะทดสอบเฉพาะที่ความเข้มข้นสาร 1% เท่านั้น เนื่องจากที่ความเข้มข้นสาร 10% สารทั้งสามชนิดไม่สามารถละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับ CAR ซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยมาก จึงใช้ความเข้มข้นสาร 0.5% ในการทดสอบ (Sylvie and Huang, 2003)

4.2 วิธีการเคลือบชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* บนหัวพันธุ์มันฝรั่ง

เตรียมสารเคลือบให้มีความเข้มข้นตามกรรมวิธีต่างๆ ผสมชีวภัณฑ์ลงในสารเคลือบที่เตรียมไว้ความเข้มข้น 1% คนให้เนื้อสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำหัวมันฝรั่งลงไปเคลือบกับสารละลายที่เตรียมไว้ โดยวางบนเครื่องเขย่านาน 15 นาที หลังจากนั้นนำไปผึ่งให้แห้ง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 11 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 หัว ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ใช้สารละลาย dextrin (DIN) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 2 ใช้สารละลาย dextran (DAN) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 3 ใช้สารละลาย pelgel (PEL) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 4 ใช้สารละลาย polyethylene glycol (PEG) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 5 ใช้สารละลาย polyvinyl pyrrolidone (PVP) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 6 ใช้สารละลาย polyvinyl alcohol (PVA) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 7 ใช้สารละลาย Methyl cellulose (MC) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 8 ใช้สารละลาย alginic acid (ALG) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 9 ใช้สารละลาย gelatin (GEL) ความเข้มข้น 1%
กรรมวิธีที่ 10 ใช้สารละลาย carrangeenan (CAR) ความเข้มข้น 0.5%
กรรมวิธีที่ 11 ใช้ชีวภัณฑ์เคลือบหัวมันฝรั่งไม่ผสมสารเคลือบ (กรรมวิธีควบคุม)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

ตรวจเช็คปริมาณแบคทีเรียปฏิปักษ์บนหัวมันฝรั่งหลังจากเคลือบด้วยชีวภัณฑ์ตามกรรมวิธีต่าง ๆ โดยใช้ Cork borer ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร เจาะหัวมันฝรั่ง แล้วนำชิ้นมันฝรั่งไปเขย่าในน้ำกลั่นปริมาตร 9 มิลลิลิตร ตรวจเช็คปริมาณเชื้อด้วยวิธี ten-fold serial dilution บนอาหาร TSA รวมทั้งศึกษาผล กระทบของสารเคลือบที่มีต่อหัวพันธุ์มันฝรั่ง ระยะเวลาและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของการเก็บรักษาหัวมันฝรั่งหลังเคลือบชีวภัณฑ์เสร็จ และเช็คความอยู่รอดของเชื้อบนหัวมันฝรั่ง

5. ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้และอัตราการใช้ที่เหมาะสมในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

5.1 เตรียมแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum*

เตรียมสารละลายแบคทีเรีย *R. solanacearum* (no.1156) ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ให้มีค่า OD 0.2 ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร นำสารละลายแบคทีเรียที่เตรียมไว้ ผสมดินที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วในอัตราส่วน สารละลายแบคทีเรีย 100 มิลลิลิตรต่อดิน 8 กิโลกรัม ทิ้งไว้ 1 วัน เตรียมดินใส่กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับปลูกมันฝรั่ง

5.2 ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA24

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 8 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 5 กระถาง

กรรมวิธีที่ 1 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 1.5 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 2 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 2.0 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 3 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 2.5 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 4 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 3.0 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 5 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 50 กรัม/ต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตรา 60 กรัม/ต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 7 ใช้หัวมันฝรั่งปกติ และรดด้วยชีวภัณฑ์แบบผง (talcum) ทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 50 กรัม/ต่อน้ำ 20 ลิตร (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

กรรมวิธีที่ 8 ใช้หัวมันฝรั่งปกติและรดด้วยน้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

จำนวนต้นมันฝรั่งที่แสดงอาการของโรคเหี่ยวทุก 7 วัน ตรวจเช็คปริมาณแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* และแบคทีเรีย *R. solanacearum* จากดินทุก 7 วัน ด้วยวิธี ten-fold serial dilution

6. ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้และอัตรการใช้ที่เหมาะสมในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียในสภาพแปลงทดลอง

6.1 การเตรียมแปลงทดลอง

เตรียมแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากไถพลิกดินแล้วอบดิน ยูเรียอัตรา 80 กิโลกรัม ปูนขาว 800 กิโลกรัม ต่อพื้นที่ 1 ไร่ อบทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นปลูกต้นมะเขือเทศพันธุ์สีดาเพื่อเพิ่มปริมาณแบคทีเรีย *R. solanacearum* ในแปลงปลูกให้มีความสม่ำเสมอ พอต้นมะเขือเทศอายุครบ 1 เดือน ปลูกเชื้อด้วยแบคทีเรีย *R. solanacearum* โดยวิธี

clipping method ทิ้งไว้ 1 เดือน เมื่อสังเกตเห็นต้นมะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว จึงสับต้นมะเขือเทศให้ละเอียดและปล่อยให้ย่อยสลายในดิน จากนั้นจึงเตรียมแปลงปลูกมันฝรั่งขนาด 3.2 x 4 เมตร จำนวน 40 แปลง โดยใช้หัวพันธุ์จำนวน 80 หัวต่อ 1 แปลง

6.2 ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis*

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์ หลังปลูก อัตรา 1 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 2 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์ หลังปลูก อัตรา 2 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 3 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์ หลังปลูกอัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์ หลังปลูกอัตรา 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 ใช้หัวมันฝรั่งปกติ และรดด้วยชีวภัณฑ์แบบผง (talcum) ทุกสัปดาห์ หลังปลูกอัตรา 50 กรัม/ต่อน้ำ 20 ลิตร (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

กรรมวิธีที่ 6 ใช้หัวมันฝรั่งปกติและรดด้วยน้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

จำนวนต้นมันฝรั่งที่แสดงอาการของโรคเหี่ยวทุก 7 วัน ตรวจเช็คปริมาณแบคทีเรีย *B. subtilis* และแบคทีเรีย *R. solanacearum* จากดินทุก 7 วัน ด้วยวิธี serial dilution plating technique

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan's Multiple Range Test (DMRT)

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2564

สถานที่ 1. ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานบักเตรีวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช

2. โรงเรือนปลูกพืชทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

3. แปลงปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร อำเภอพบพระ จังหวัดตาก

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาการทนความร้อนของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis*

จากการศึกษาการทนความร้อนของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* โดยเลี้ยงในอาหาร Tryptic soy broth (TSB) ที่เติม 2% dextrose ปริมาตร 150 มิลลิลิตร เขย่าที่ความเร็วรอบ 130

รอบ/นาที อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 5 และ 7 วัน แล้วแบ่งเซลล์แขวนลอยแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่บ่มไว้แต่ละระยะเวลา ลงในหลอดทดลอง นำไปต้มในอ่างน้ำร้อน (water bath) ที่อุณหภูมิ 70 80 และ90 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 15 30 45 และ 60 นาที แล้วตรวจนับจำนวนเซลล์ในแต่ละช่วงเวลาด้วยวิธี serial dilution plating technique ในแต่ละอายุเชื้อ จะเตรียมเซลล์แขวนลอยให้มีความเข้มข้น 4 ระดับๆ ละ 3 ซ้ำ บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียปฏิปักษ์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เป็นเซลล์แขวนลอยที่ไม่ได้รับความร้อน แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสร้างเซลล์ทนร้อนจากสูตร

$$\text{เซลล์ทนร้อน (\%)} = \frac{\text{จำนวนเซลล์แบคทีเรียปฏิปักษ์ในชุดที่ได้รับความร้อน} \times 100}{\text{จำนวนเซลล์แบคทีเรียปฏิปักษ์ในชุดที่ไม่ได้รับความร้อน}}$$

พบว่าการสร้างเซลล์ทนร้อนของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* มีการสร้างเซลล์ทนร้อนได้ดีที่สุด ที่อายุเชื้อ 5 วัน เมื่อนำไปต้มในอ่างน้ำร้อน (water bath) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณเชื้อเท่ากับ 4.65×10^{7} หน่วยโคโลนี/มิลลิลิตร (cfu/ml) คิดเป็นอัตราการสร้างเซลล์ทนร้อนเท่ากับ 84.55 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

2. พัฒนารูปแบบชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis*

การพัฒนารูปแบบชีวภัณฑ์ตามกรรมวิธีต่างๆ ผลการทดลองพบว่าการใช้ Amino acid เป็นสารตัวพาเพียงแค่ชนิดเดียวมีความไม่เหมาะสมต่อการเป็นสารตัวพา เนื่องจากได้รูปแบบชีวภัณฑ์ที่ความเนียวหนืด ไม่แห้งจึงไม่สามารถบดเป็นผงให้ละเอียดได้ ผลการเช็คปริมาณเชื้อ *Bacillus subtilis* ตามกรรมวิธีต่างๆ (Table 2) พบว่ากรรมวิธีที่ 4 มีปริมาณเชื้อ 4.3×10^{12} หน่วยโคโลนีต่อกรัม และกรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณเชื้อ 4.5×10^{12} หน่วยโคโลนีต่อกรัม ซึ่งมีปริมาณเชื้อใกล้เคียงกับกรรมวิธีเปรียบเทียบที่ใช้ Talcum เป็นสารพา

3. ตรวจสอบความอยู่รอดของเชื้อ *Bacillus subtilis* ในสภาพอุณหภูมิต่าง ๆ

นำชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้ไปเก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 27$\pm$ 2 องศาเซลเซียส และเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ตรวจเช็คปริมาณเชื้อด้วยวิธี serial dilution plating technique บนอาหาร TSA บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียปฏิปักษ์ ซึ่งการตรวจเช็คความอยู่รอดของเชื้อจะทำทุก ๆ เดือน เป็นระยะเวลา 12 เดือน จากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 4 Talcum + Amino acid เก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เชื้อ *Bacillus subtilis* สามารถมีชีวิตรอดได้นาน 11 เดือน (Table 3, 4)

4. พัฒนาวิธีการเคลือบชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* บนหัวพันธุ์มันฝรั่งก่อนปลูก

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ชีวภัณฑ์จากสูตรที่พัฒนาขึ้นโดยเลือกสูตรที่ใช้ Kaolin + Amino acid จากการเช็คปริมาณเชื้อเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องพบว่าสามารถเก็บชีวภัณฑ์ได้นาน 8 เดือน และ

เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บชีวภัณฑ์ได้นาน 12 เดือน และชีวภัณฑ์สูตรที่ใช้ Kaolin + Amino acid มีคุณสมบัติในการละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับสารเคลือบชนิดต่าง ๆ ได้ดี

4.1 การเตรียมสารละลายที่มีคุณสมบัติช่วยเคลือบหัวพันธุ์

เลือกสารละลายที่มีรายงานว่ามีคุณสมบัติช่วยเคลือบเมล็ดพืชหรือหัวพันธุ์ได้ เป็นสารเคมีชนิดที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย และเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เสื่อมคุณภาพ ในการทดลองนี้ได้เลือกสารเคลือบมาทดลองทั้งหมด 10 ชนิด คือ alginic acid (ALG), carrangeenan (CAR), dextrin (DIN), dextran (DAN), pelgel (PEL), polyethylene glycol (PEG), polyvinyl pyrrolidone (PVP), Methyl cellulose (MC), polyvinyl alcohol (PVA) และ gelatin (GEL) โดย ALG, CAR, DIN, DAN, PEL, PEG และ PVP สามารถละลายได้ในน้ำเย็น ส่วน MC, PVA และ GEL จะละลายในน้ำร้อน ความเข้มข้นของสารเคลือบที่นำทดสอบ DIN, DAN, PEL, PEG, PVP และ PVA จะทดสอบที่ความเข้มข้น 1% และ 10% ส่วน MC, ALG และ GEL จะทดสอบเฉพาะที่ความเข้มข้นสาร 1% เท่านั้น เนื่องจากที่ความเข้มข้นสาร 10% สารทั้งสามชนิดไม่สามารถละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับ CAR ซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยมาก จึงใช้ความเข้มข้นสาร 0.5% ในการทดสอบ

4.2 วิธีการเคลือบชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* บนหัวพันธุ์มันฝรั่ง

เตรียมสารเคลือบให้มีความเข้มข้นตามกรรมวิธีต่างๆ ผสมชีวภัณฑ์ลงในสารเคลือบที่เตรียมไว้ความเข้มข้น 1% คนให้เนื้อสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำหัวมันฝรั่งลงไปเคลือบกับสารละลายที่เตรียมไว้ โดยวางบนเครื่องเขย่านาน 15 นาที หลังจากนั้นนำไปผึ่งให้แห้งตามแผนการทดลอง ผลการสอบพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารละลาย polyvinyl pyrrolidone (PVP) 360,000 ความเข้มข้น 1% และกรรมวิธีที่ใช้สารละลาย polyvinyl alcohol (PVA) ความเข้มข้น 1% สามารถเข้ากับชีวภัณฑ์ได้ดีและมีคุณสมบัติในการเคลือบสารชีวภัณฑ์บนหัวพันธุ์มันฝรั่งได้ค่อนข้างดี จากผลการตรวจเช็คปริมาณแบคทีเรียปฏิปักษ์บนหัวมันฝรั่งหลังจากเคลือบด้วยชีวภัณฑ์ตามกรรมวิธีต่าง ๆ (Table 5)

5. ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้และอัตราการใช้ที่เหมาะสมในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

5.1 เตรียมแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum*

เตรียมสารละลายแบคทีเรีย *R. solanacearum* (no.1156) ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ให้มีค่า OD 0.2 ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร นำสารละลายแบคทีเรียที่เตรียมไว้ ผสมดินที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วในอัตราส่วน สารละลายแบคทีเรีย 100 มิลลิลิตรต่อดิน 8 กิโลกรัม ทิ้งไว้ 1 วัน เตรียมดินใส่กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับปลูกมันฝรั่ง

5.2 ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ DOA-WB4 ในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง (โรงเรือนปลูกพืชทดลองในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง)

- เตรียมโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

- เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งสำหรับใช้ในการทดลอง
- วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 8 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 5 กระถาง

ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้และอัตราการใช้ที่เหมาะสม ในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่ในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง ตามแผนการทดลองผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 4 การใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตรา 3.0 กรัม/ต้น มีจำนวนหัวมันฝรั่งเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 15 หัว/ต้น และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวเท่ากับ 23.09 กรัม/หัว กรรมวิธีที่ 5 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 50 กรัม/ต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหัวมันฝรั่งเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 15 หัว/ต้น และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวเท่ากับ 22.03 กรัม/หัว (Table 6) ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีสามารถเก็บผลผลิตมันฝรั่งปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธี และไม่พบต้นมันฝรั่งที่แสดงอาการของโรคเหี่ยว เมื่อสุ่มผ่าหัวมันฝรั่งไม่พบหัวมันฝรั่งแสดงอาการติดเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ในขณะกรรมวิธีที่ 8 ซึ่งเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ พบว่าต้นมันฝรั่งแสดงอาการของโรคเหี่ยวน้อยมากแต่เมื่อนำหัวมันฝรั่งที่เก็บมาสุ่มผ่าหัวพบอาการโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum*

6. ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้และอัตรการใช้ที่เหมาะสมในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรียในสภาพแปลงทดลอง

จากผลการประเมินการเกิดโรคเหี่ยวของมันฝรั่งในแปลงทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 3 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์+รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตราที่ 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 21.50% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์+โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตรา 1 กรัม/ต้น ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 34.50% และกรรมวิธีควบคุมซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 53% จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมดในแปลงทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 3 มีปริมาณผลผลิตมันฝรั่งเฉลี่ยต่อแปลงย่อยสูงสุด ได้น้ำหนักเฉลี่ย 15.80 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (Table 7)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA24 สามารถสร้างเซลล์ทนร้อนหรือเอ็นโดสปอร์ได้ 84.55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงบนอาหาร TSA เป็นเวลา 5 วัน นำมาพัฒนารูปแบบชีวภัณฑ์ตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่ากรรมวิธีที่ 5 การใช้ Kaolin + amino acid เป็นสารตัวพามีความเหมาะสมได้ปริมาณเชื้อ 4.5×10^{12} หน่วยโคโลนี/กรัม สามารถเก็บรกษาในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ได้นาน 12 เดือน มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี ผลการทดสอบการเลือกชนิดสารเคลือบพบว่าสารละลาย polyvinyl pyrrolidone (PVP) 360,000 ความเข้มข้น 1% สามารถเคลือบสารชีวภัณฑ์บนหัวพันธุ์มันฝรั่งได้ค่อนข้างดี จากผลการตรวจเช็คปริมาณแบคทีเรียปฏิปักษ์บนหัวมันฝรั่ง

พบว่ามีปริมาณเชื้อ 2.10 x 10^5 หน่วยโคโลนี/กรัม ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์และอัตราการใช้ที่เหมาะสม ในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่ในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง พบว่าการใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + โรยด้วยชีวภัณฑ์แบบผงทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตรา 3.0 กรัม/ต้น และการใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์ + รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูกอัตรา 50 กรัม/ต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถเก็บผลผลิตมันฝรั่งปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธี ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์และอัตราการใช้ที่เหมาะสมในแปลงทดลอง พบว่ากรรมวิธีที่ใช้หัวมันฝรั่งที่เคลือบด้วยชีวภัณฑ์+รดด้วยสารละลายชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์หลังปลูก อัตราที่ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 21.50% มีปริมาณผลผลิตมันฝรั่งเฉลี่ยต่อแปลงย่อยสูงสุด ได้น้ำหนักเฉลี่ย 15.80 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี

เอกสารอ้างอิง

วงศ์ บุญสืบสกุล. 2536. การศึกษาโรคเหี่ยวจากบักเตรีของมันฝรั่งต่อพันธุ์มันฝรั่งบางพันธุ์. หน้า 37-48. *ใน : รายงานผลการทดลอง* กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

วงศ์ บุญสืบสกุล. 2541. โรคของมันฝรั่งที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย. มันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 88 หน้า.

สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. *การปลูกมันฝรั่งและการแปรรูป*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://www.eto.ku.ac.th/media//index.html (21 มีนาคม 2559)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. *แจงสถานการณ์มันฝรั่งปี 58 สศก. คาดเนื้อที่-ผลผลิตเพิ่มมั่นใจ ราคาดี*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://www.oae.go.th/newtadmin /ewt/oae_web /download/journal (22 มีนาคม 2559)

EPPO. 2004. *Ralstonia solanacearum*. *European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin* 34: 173-174.

Tryon, H. 1894. A new potato disease. Queensland Department of Agriculture Annual Report for 1893/1894, pp. 2-4. Cited in Kelman.

Smith, E.F. 1896. A bacterial disease of the tomato, eggplant and Irish potato (*Bacillus solanacearum* nov. sp.). *Path. Bull*. 12: 1-28.

Martin, C. and E.R. French. 1985. Bacterial wilt of Potato *Ralstonia solanacearum*. Taken from Technicial information Bulltin 13.

Muthoni, J., H. Shimelis and R. Melis. 2012. Management of Bacterial Wilt (*Ralstonia solanacearum* Yabuuchi et al., 1995) of Potato: Opportunity for Host Resistance in Kenya. *Journal of Agricultural Science* 4 (9): 64-78.

Muthoni, J., H. Shimelis, R. Melis and Z.M. Kinyua. 2014. Response of Potato Genotypes to Bacterial wilt Caused by *Ralstonia solanacearum* (Smith)(Yabuuchi et al.) In the Tropical Highlands. *Am. J. Potato Res*. 91: 215-232.

Priou, S., Gutarra, L. and Aley, P. 1999. Highly sensitive detection of *Ralstonia solanacearum* in latent infected potato tubers by post-enrichment ELISA on nitrocellulose membrane. EPPO/OEPP Bulletin 29 (1), in pess.

Table 1 Study heat resistant cells (endospores) of *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24.

3 days			5 days			7 days		
Temp.	Time (Min)	cell (cfu/ml)	Temp.	Time (Min)	cell (cfu/ml)	Temp.	Time (Min)	cell (cfu/ml)
70°C	15	2.50×10^5	70°C	15	3.75×10^5	70°C	15	1.52×10^6
	30	1.43×10^6		30	3.50×10^6		30	1.35×10^6
	45	1.60×10^5		45	3.80×10^6		45	1.26×10^6
	60	1.94×10^6		60	3.70×10^5		60	1.24×10^6
80°C	15	4.35×10^7	80°C	15	4.65×10^7	80°C	15	1.71×10^6
	30	6.30×10^5		30	3.15×10^7		30	1.64×10^6
	45	5.75×10^5		45	3.00×10^7		45	1.38×10^6
	60	5.20×10^5		60	2.55×10^7		60	1.20×10^6
90°C	15	7.96×10^5	90°C	15	3.50×10^4	90°C	15	3.50×10^4
	30	6.15×10^5		30	2.12×10^4		30	3.50×10^4
	45	5.80×10^5		45	2.60×10^4		45	-
	60	4.90×10^5		60	1.34×10^4		60	-
control	-	5.67×10^7	control	-	5.50×10^7	control	-	1.45×10^6

Table 2 Cell concentration of *Bacillus subtilis* strain BS-DOA 24 formulations.

Treatment	Cell concentration (cfu/g)
1	4.7×10^{10}
2	3.75×10^{6}
3	2.6×10^{6}
4	4.3×10^{12}
5	4.5×10^{12}
6	2.3×10^{7}
7	2.4×10^{7}
8	2.25×10^{7}
9	2.75×10^{11}

Table 3 Shelf life of *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24 formulations after storage at 4±15°C

Treatment	Cell concentration (cfu/g)			
	1 month	2 months	3 months	4 months
1	4.05×10^{10}	3.80×10^{10}	2.90×10^{9}	2.70×10^{9}
2	3.70×10^{6}	3.65×10^{6}	3.40×10^{6}	2.80×10^{5}
3	2.45×10^{6}	2.10×10^{6}	2.5×10^{5}	2.35×10^{5}
4	3.80×10^{12}	3.50×10^{11}	3.3×10^{11}	3.25×10^{10}
5	3.75×10^{12}	3.40×10^{11}	2.5×10^{10}	1.8×10^{10}
6	2.25×10^{7}	2.10×10^{7}	2.0×10^{7}	2.3×10^{6}
7	2.35×10^{7}	2.30×10^{7}	2.0×10^{7}	2.4×10^{6}
8	2.15×10^{7}	2.10×10^{7}	2.05×10^{7}	2.00×10^{6}
9	2.65×10^{11}	2.60×10^{10}	2.45×10^{10}	2.35×10^{9}

Table 3 Shelf life of *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24 formulations after storage at 4±15°C (continue)

Treatment	Cell concentration (cfu/g)			
	5 months	6 months	7 months	8 months
1	2.10×10^{8}	1.80×10^{8}	1.90×10^{7}	2.70×10^{5}
2	8.00×10^{5}	6.00×10^{4}	1.40×10^{3}	-
3	2.45×10^{3}	-	-	-
4	7.15×10^{10}	2.30×10^{10}	2.35×10^{9}	1.75×10^{9}
5	1.65×10^{8}	2.40×10^{8}	1.75×10^{8}	2.8×10^{7}
6	1.25×10^{3}	-	-	-
7	1.20×10^{3}	-	-	-
8	1.45×10^{4}	1.55×10^{3}	-	-
9	1.60×10^{9}	1.90×10^{9}	2.20×10^{9}	2.0×10^{9}

Table 3 Shelf life of *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24 formulations after storage at 4±15°C (continue)

Treatment	Cell concentration (cfu/g)			
	9 months	10 months	11 months	12 months
1	2.25×10^{3}	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	2.80×10^{9}	1.50×10^{9}	2.30×10^{8}	1.60×10^{7}
5	1.75×10^{6}	2.40×10^{5}	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	1.75×10^{8}	1.90×10^{8}	2.45×10^{7}	2.30×10^{6}

Table 4 Shelf life of *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24 formulations after storage at 27±2°C

Treatment	Cell concentration (cfu/g)			
	1 month	2 months	3 months	4 months
1	3.50×10^{9}	3.1×10^{8}	2.20×10^{8}	2.0×10^{7}
2	3.20×10^{6}	2.5×10^{6}	2.10×10^{5}	2.0×10^{5}
3	2.7×10^{6}	2.3×10^{5}	2.0×10^{5}	2.0×10^{4}
4	3.7×10^{10}	$2.5x\ 10^{9}$	2.3×10^{9}	2.25×10^{8}
5	3.5×10^{10}	3.0×10^{9}	2.5×10^{9}	2.10×10^{8}
6	2.3×10^{7}	2.0×10^{6}	2.10×10^{5}	2.0×10^{5}
7	2.25×10^{7}	$2.1x\ 10^{7}$	2.3×10^{6}	2.0×10^{5}
8	2.25×10^{7}	2.20×10^{7}	2.15×10^{6}	2.10×10^{6}
9	3.0×10^{10}	2.75×10^{10}	2.60×10^{9}	2.5×10^{8}

Table 4 Shelf life of *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24 formulations after storage at 27±2°C (continue)

Treatment	Cell concentration (cfu/g)			
	5 months	6 months	7 months	8 months
1	1.50×10^{7}	2.1×10^{5}	2.35×10^{3}	-
2	1.50×10^{3}	-	-	-
3	-	-	-	-
4	2.70×10^{8}	1.50×10^{8}	2.35×10^{6}	-
5	1.75×10^{8}	2.00×10^{7}	2.15×10^{5}	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	1.25×10^{4}	-	-	-
9	2.10×10^{8}	1.75×10^{7}	2.60×10^{5}	-

Table 4 Shelf life of *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24 formulations after storage at 27±2°C (continue)

Treatment	Cell concentration (cfu/g)		
	7 days	15 days	30 days
1	1.90×10^3	1.70×10^2	-
2	1.75×10^2	-	-
3	2.75×10^3	1.65×10^2	-
4	2.40×10^4	-	-
5	2.10×10^5	1.85×10^3	2.35×10^2
6	1.90×10^5	1.45×10^3	1.70×10^2
7	2.5×10^2	-	-
8	1.75×10^4	2.05×10^2	-
9	3.75×10^3	-	-
10	8.40×10^3	1.64×10^2	-
11	2.85×10^2	-	-

Table 5 Cell concentration of *Bacillus subtilis* strain BS-DOA 24 formulations after seed coat.

Treatment	Cell concentration (cfu/g)			
	9 months	10 months	11 months	12 months
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-

Table 6 Potato yield for treatment.

จำนวนซ้ำ	ต้นที่	กรรมวิธี															
		กรรมวิธีที่ 1		กรรมวิธีที่ 2		กรรมวิธีที่ 3		กรรมวิธีที่ 4		กรรมวิธีที่ 5		กรรมวิธีที่ 6		กรรมวิธีที่ 7		กรรมวิธีที่ 8	
		จำนวนหัว/ต้น (หัว)	น้ำหนัก/หัว (กรัม)	จำนวนหัว/ต้น (หัว)	น้ำหนัก/หัว (กรัม)	จำนวนหัว/ต้น (หัว)	น้ำหนัก/หัว (กรัม)	จำนวนหัว/ต้น (หัว)	น้ำหนัก/หัว (กรัม)	จำนวนหัว/ต้น (หัว)	น้ำหนัก/หัว (กรัม)	จำนวนหัว/ต้น (หัว)	น้ำหนัก/หัว (กรัม)	จำนวนหัว/ต้น (หัว)	น้ำหนัก/หัว (กรัม)	จำนวนหัว/ต้น (หัว)	น้ำหนัก/หัว (กรัม)
ซ้ำที่ 1	1	4	153	2	49	14	244	13	341	12	267	13	235	16	279	14	278
	2	18	195	11	185	11	196	18	405	18	531	15	278	18	310	19	258
	3	15	214	15	288	21	337	9	286	17	254	20	245	20	410	13	212
	4	4	155	13	160	18	237	7	350	12	505	18	209	11	219	เหี่ยวตาย	เหี่ยวตาย
	5	20	314	15	204	15	219	24	323	16	249	6	153	14	369	14	143
เฉลี่ย		61.00	16.90	56.00	15.82	79.00	15.61	71.00	24.01	75.00	24.08	72.00	15.56	79.00	20.09	60.00	14.85
ซ้ำที่ 2	1	20	348	12	149	16	227	14	424	17	295	16	456	28	404	17	201
	2	10	257	12	207	24	435	11	302	10	193	15	341	22	140	6	160
	3	10	301	17	330	15	188	16	363	21	410	30	407	14	364	24	275
	4	เหี่ยวตาย	เหี่ยวตาย	17	308	20	329	19	352	12	351	15	290	22	443	20	202
	5	15	195	16	199	15	266	18	336	21	373	6	122	11	289	เหี่ยวตาย	เหี่ยวตาย
เฉลี่ย		55.00	20.02	74.00	16.12	90.00	16.06	78.00	22.78	81.00	20.02	82.00	19.71	97.00	16.91	67.00	12.51
ซ้ำที่ 3	1	3	82	15	246	14	168	14	321	12	286	15	303	14	373	24	231
	2	13	146	7	277	12	155	14	291	12	224	19	244	16	246	18	252
	3	10	135	12	179	17	222	11	186	17	371	23	299	19	475	18	206
	4	11	129	17	253	15	314	11	214	13	358	10	180	25	507	19	244
	5	7	135	19	238	เหี่ยวตาย	เหี่ยวตาย	13	404	13	235	11	205	25	409	เหี่ยวตาย	เหี่ยวตาย
เฉลี่ย		44.00	19.14	70.00	17.04	58.00	14.81	63.00	22.48	67.00	22.00	78.00	15.78	99.00	20.30	79.00	11.81

Table 7 Disease incidence of bacterial wilt and potato yield for treatment

Treatment	Disease incidence (%)	Yield (kg.)
1	34.50b[1/]	9.40bc
2	28.00ab	9.60bc
3	21.50a	15.80a
4	27.00ab	12.35b
5	27.00ab	10.18bc
6	53.00c	7.40c
CV	19.11	20.16

[1/] significant differences between letters.

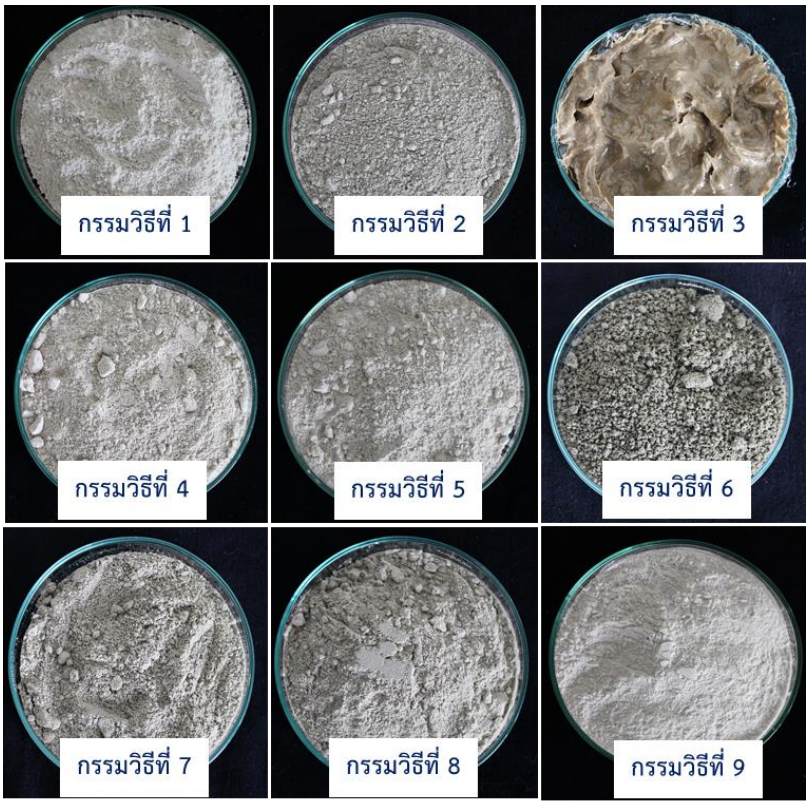


Figure 1 Formulation development of the biocontrol agent *Bacillus subtilis* stain BS-DOA24

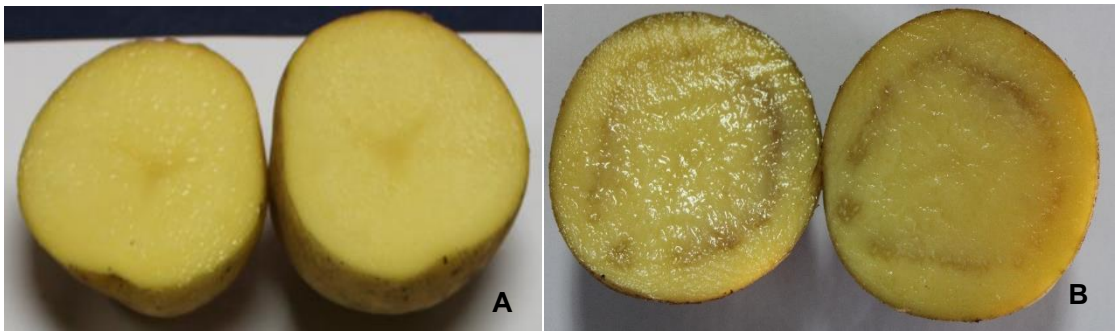


Figure 2 A) Healthy potato
B) Infection by *Ralstonia solanacearum* in potato

Figure 3 The efficacy of the BS-DOA24 formulations to control bacterial wilt caused by *R. solanacearum* was tested on Aslantic potato at Phop Phra district, Tak province

Figure 4 Potato yield for treatment

การพัฒนากระบวนการผลิตสารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท 20W16 และ/หรือ 20W33 เพื่อใช้ควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสพริก

Development of Formulation Process of *Bacillus subtilis* 20W16/20W33 Isolatefor Biological Control of *Colletotrichum gloeosporioides* Fungi Causal Agent of Chilli Anthracnose Disease

บุษราคัม อุดมศักดิ์ สุรีย์พร บัวอาจ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล บูรณี พั่ววงษ์แพทย์
กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The development of the formulation process of *B. subtilis* as a bioproduct is an important step to achieve long shelf life without altering the properties, especially liquid formulations which tend to lose their properties easily. It is imperative that production processes and storage methods be developed by studying the factors involved in *B. subtilis* endospore formation, it consists of a temperature test rotational speed of shake, the incubation period and the rate of ammonium nitrate which is an appropriate nitrogen source add to the recipe to stimulate the endospore production of *B. subtilis* 20W33 isolates and storage of bioproducts. Conducting experiments at the laboratory of Plant Disease Research group, Plant Protection Research and Development division between October 2018 and September 2020, the results showed that when inoculated and incubated at 30 °C, *B. subtilis* 20W33 was able to produce the highest amount of endospores with an average amount of $1.15x10^{10}$ spores/ml. The inoculation and incubation of *B. subtilis* bacteria in vibrators at 100, 150 and 200 rpm showed no difference in endospore formation of *B. subtilis*, average amount were 10^{10} spores/ml, respectively and the incubation periods of 3, 5 and 7 days showed that *B. subtilis* did not differ in mean endospore formation at 10^9 spores/ml. Adding ammonium nitrate to the liquid medium it was found that at a rate

รหัสการทดลอง : 03-05-59-02-02-00-09-62

of 1.5 g per 1 liter of liquid medium, *B. subtilis* bacteria produce the highest endospores equal to 1.37 x10^{10} spores/ml. Storage studies have shown that it can be stored under normal room temperature conditions (2 7 $\pm$ 2 ℃) without the need to store in the refrigerator but should not be stored for more than 6 months by avoiding storage in conditions above 40 ℃. By adding acetic acid or benzoic acid + propionic acid to liquid bioproducts can be preserved without reduction for up to 12 months.The application of Bs 20W33 bioproducts for spraying can be mixed with normal water at the specified rate and sprayed immediately without needing to mix warm water because the effectiveness of prevention and elimination of diseases is not different.

Keywords : anthracnose, *Bacillus subtilis,* bioproduct, chilli, *Colletrotrichum*

บทคัดย่อ

การพัฒนาขบวนการผลิตชีวภัณฑ์ *B. subtilis* เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตชีวภัณฑ์ให้มีคุณภาพสามารถเก็บรักษาได้ยาวนานโดยที่คุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะชีวภัณฑ์สูตรเหลวซึ่งมักจะสูญเสียคุณสมบัติได้ง่าย จึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาขบวนการผลิตตลอดจนวิธีการเก็บรักษา โดยการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเอ็นโดสปอร์ของ *B. subtilis* ประกอบด้วยการทดสอบอุณหภูมิ ความเร็วรอบในการเขย่าเชื้อ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่มเชื้อ และอัตราแอมโมเนียมไนเตรทซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมที่เติมลงในสูตรอาหารเพื่อกระตุ้นการสร้างเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis* ไอโซเลท 20W33 และการเก็บรักษาชีวภัณฑ์ ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึง กันยายน 2563 ผลการทดลอง พบว่า เมื่อเลี้ยงเชื้อและบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 ^{0}C *B. subtilis* 20W33 สามารถสร้างเอ็นโดสปอร์ได้ปริมาณสูงสุดคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.15x10^{10} spores/ml การเลี้ยงเชื้อและบ่มเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* บนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 100 และ 150 และ 200 รอบ/นาที พบว่า *B. subtilis* สร้างเอ็นโดสปอร์ไม่แตกต่างกันคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10^{10} spores/ml และระยะเวลาในการบ่มเชื้อเป็นเวลา 3 5 และ 7 วัน พบว่า *B. subtilis* การสร้างเอ็นโดสปอร์มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันเท่ากับ 10^9spores/ml การเติมแอมโมเนียมไนเตรทลงในอาหารเหลว พบว่าที่อัตรา 1.5 กรัมต่ออาหารเหลว 1 ลิตร แบคทีเรีย *B. subtilis* สร้างเอ็นโดสปอร์สูงสุด เท่ากับ 1.37 x10^{10} spores/ml การศึกษาการเก็บรักษา พบว่า สามารถเก็บได้ในสภาพอุณหภูมิห้องปกติ (27$\pm$ 2 ^{0}C) ไม่จำเป็นต้องเก็บในตู้เย็น และไม่ควรเก็บเกิน 6 เดือน โดยหลีกเลี่ยงการเก็บในสภาพอุณหภูมิสูงเกิน 40 ^{0}C การเติม acetic acid หรือ benzoic acid + propionic acid ลงในชีวภัณฑ์สูตรเหลวสามารถเก็บรักษาปริมาณเอ็นโดสปอร์โดยที่ไม่มีการลดลงได้ถึง 12 เดือน และการนำชีวภัณฑ์เอ็นโดสปอร์ Bs 20W33 ไปใช้ในการพ่นในแปลงปลูก สามารถนำชีวภัณฑ์ผสมน้ำธรรมดาตามอัตราที่กำหนด

แล้วพ่นได้ทันทีโดยไม่จำเป็นต้องผสมน้ำอุ่น หรือผสมน้ำแล้วแช่ทิ้งไว้เนื่องจากประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคไม่แตกต่างกัน

คำหลัก :บาซิลลัส ซับทิลิส พริก โรคแอนแทรคโนส เอ็นโดสปอร์

คำนำ

โรคแอนแทรคโนสของพริก นับว่าเป็นโรคที่สำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกพริกเป็นอย่างมาก โรคนี้เกิดจากเชื้อรา *Collectotrichum* sp. ที่พบเข้าทำลายพริกก็มีอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน *C. gloespoloides C. capcisi* และ *C. piperatum* ผลพริกที่ถูกเชื้อราสาเหตุโรคเข้าทำลายจะมีอาการตามชนิดของเชื้อรา โดยปกติในพริกผลใหญ่เชื้อราสาเหตุที่เข้าทำลายคือ *C. gloespoloides* อาการของโรคมักพบบนผลพริกที่เริ่มสุก หรือระยะก่อนที่ผลพริกจะเปลี่ยนสี อาการเริ่มแรกจะประกฏเป็นวงกลมช้ำสีน้ำตาล เนื่อเยื่อบุ๋มลึกลงไปจากระดับเดิมเล็กน้อย และจะค่อย ๆ ขยายกว้างออกไปเป็นวงกลมหรือวงรีรูปไข่ ซึ่งมองเห็นลักษณะของเชื้อราที่เจริญภายใต้เนื้อเยื่อของพืชขยายออกไปในลักษณะที่เป็นวงกลมสีดำซ้อนกันเป็นชั้น เมื่อมีความชื้นจะเห็นเป็นเมือกเยิ้มสีส้มอ่อน ๆ บริเวณแผลบนผลพริก ทำให้แผลขยายตัวและผลพริกจะเน่าและร่วงก่อนเก็บเกี่ยว ผลพริกนี้เมื่อนำไปตากแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซีด โดยโรคนี้มักระบาดมากในสภาพความชื้นสูง โดยเฉพาะในช่วงที่พริกกำลังให้ผลผลิต และเชื้อราสามารถติดไปกับเมล็ด (ศิริพงษ์ และพรพิมล, 2554) เกษตรกรส่วนใหญ่มักเลือกใช้วิธีการควบคุมโรคพืชโดยใช้สารเคมี เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และได้ผลรวดเร็ว ซึ่งผลจากการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกวิธี หรือใช้มากจนเกินไป ส่งผลเสียตามมาหลายประการ เช่น เกิดการดื้อยาของเชื้อโรค มีสารตกค้างในผลิตผล ตลอดจนเกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในสภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เกิดผลเสียโดยตรงต่อผู้ใช้ได้แก่ตัวเกษตรกรเองและผู้บริโภค นอกจากนี้โดยทางอ้อม ส่งผลถึงการกีดกันทางการค้า เนื่องมาจากภายใต้เงื่อนไขข้อตกลงขององค์การการค้าโลก (WTO) สินค้าทางการเกษตรที่จะส่งไปขายยังประเทศคู่ค้าจะต้องมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้น การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี จึงเป็นทางเลือกใหม่ที่มีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมโรคพืชทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพื่อลดปัญหาจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชที่นับวันจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่จะนำจุลินทรีย์ ซึ่งเรียกว่า “จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (antagonist)” ในธรรมชาติมาควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช และในปัจจุบันก็เป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิธีที่มีโอกาสสูงในการนำไปเป็นกลยุทธ์ป้องกันกำจัดโรคพืช เนื่องจากมีการนำไปใช้อย่างได้ผลดีและสามารถพัฒนาเป็นการค้าได้หลายชนิด

แบคทีเรียกลุ่ม Bacillus เป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญต่อเทคโนโลยีชีวภาพค่อนข้างมาก สามารถพบได้ทั่ว ๆ ไป ในดินปลูก ปุ๋ยคอก วัสดุปลูก รากพืช และผิวใบ ฯลฯ เจริญเติบโตได้โดยใช้สารอาหารจากการย่อยสลาย ของซากพืชและซากอื่นๆ สามารถสร้างและหลั่งเอนไซม์จำพวก carbohydrase และ protease ออกนอกเซลล์ได้หลายชนิดอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นแบคทีเรียประเภท aerobic bacteria ที่สร้างสปอร์ที่เรียกว่า endospore ที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมเพื่อการอยู่รอด ซึ่งสามารถอยู่รอดได้แม้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ความร้อนสูง ขาดแคลน

อาหาร และแสงอุลตร้าไวโอเลต และเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม *B. subtilis* ก็สามารถงอกกลับเป็นเซลล์แบคทีเรียได้ใหม่โดยง่าย ทำให้แบคทีเรียชนิดนี้สามารถเพิ่มปริมาณได้ดีในสภาพธรรมชาติ (Baker and Cook, 1974) นอกจากนี้ *B. subtilis* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotic) ยั้บยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคพืช (Fiddaman and Rossal, 1994) และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ สัตว์ และไม่มีพิษตกค้างต่อสิ่งแวดล้อม (Shoda, 2000)

Bacillus เป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญต่อการนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดโดยชีววิธี เนื่องจาก แบคทีเรียชนิดนี้สามารถพบได้ทั่ว ๆ ไป ในดินปลูก ปุ๋ยคอก วัสดุปลูก รากพืช และผิวใบ ฯลฯ แบคทีเรียนี้สามารถหลั่งสารประกอบต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นออกสู่ภายนอกเซลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบคทีเรียนี้เพียงไม่กี่ Species ที่เป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคกับคน ส่วนใหญ่มีความปลอดภัย แบคทีเรียนี้เป็น aerobic bacteria ที่สร้างสปอร์ที่เรียกว่า endospore ที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมเพื่อการอยู่รอด 1 spore ใน 1 เซลล์เท่านั้น พบมีตามดินในสภาพในสภาพแวดล้อมต่างๆ แบคทีเรียจำพวกนี้พบได้ทั่วไปในดิน เจริญเติบโตได้โดยใช้สารอาหารจากการย่อยสลายของซากพืชและซากอื่น ๆ แบคทีเรียจำพวกนี้สร้างและหลั่งเอนไซม์จำพวก carbohydrase และ protease ออกนอกเซลล์ได้หลายชนิด

ณัฏฐิมา และคณะ (2548) ได้ทำการแยกเชื้อ *Bacillus* sp. จากดิน, รากพืชและปุ๋ยคอก ได้จำนวน 525 ไอโซเลท มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *R. solanacearum* พบว่า มี 4 ไอโซเลท ที่สามารถควบคุมและลดการเกิดโรคเหี่ยวของขิงได้ประมาณ 70-100%

บุษราคัม และ ณัฏฐิมา (2550) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* ซึ่งแยกจากดินปลูก ปุ๋ยคอก และวัสดุปลูกจากแหล่งต่าง ๆ จำนวน 80 ไอโซเลท เพื่อทดสอบความสามารถในการควบคุมเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสพริกบนผลพริก พบว่ามี 13 ไอโซเลท ได้แก่ 17G18 20W33 2G7 20W16 20W1 20W8 20W5 1G8 2G23 22W8 19W36 22W10 และ 20W3 ที่สามารถควบคุมการเกิดโรคบนผลพริกได้ โดยไอโซเลท 20W16 22W8 และ 1G8 มีประสิทธิภาพในการยั้บยั้งการเกิดโรคสูงสุด

พากเพียร และคณะ (2544) ได้ทดสอบ เชื้อ *Bacillus Subtilis* ซึ่งได้รับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สูตรเหลว (TRF สูตร A และ TRF สูตร B) ในการควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าว (*Rhizoctonia solani* Khun.) ในสภาพแปลงนาทดลอง ใช้ข้าวพันธุ์ กข 23 พบว่า การใช้ TRF สูตร A, TRF สูตร B, Larminar WP, Agroguard Liq. มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค 50.48, 52.53, 54.59 และ 55.18 ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธี จะมีระดับความรุนแรงของโรคต่ำกว่ากรรมวิธีเปรียบเทียบอย่างนัยสำคัญทางสถิติซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคสูงถึง 65.46 เปอร์เซ็นต์

B. subtilis เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย และมีการสร้างสปอร์ที่ทนทานกว่าเซลล์ปกติ (vegetative cell) จุลินทรีย์ชนิดนี้สามารถใช้แหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนเชิงซ้อนที่มีอยู่ในวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น กากเมล็ดฝ้าย และกากน้ำตาลได้ ส่วนเกลือแร่ต่าง ๆ มักต้องการในปริมาณน้อย การเติมเกลือแร่บางชนิด เช่น แคลเซียมและแมงกานิส จะเพิ่มอัตราการสร้างสปอร์ได้ โดย

ไวรุจน์ และคณะ (2550) ได้รายงานไว้ว่า ในการผลิตสปอร์ของ *B. subtilis* นั้น สามารถใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตได้ดี แต่อาจเกิดปัญหาเรื่องฟองในการผลิตระดับใหญ่ กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสม และบุษราคัมและคณะ (2553) ได้รายงานไว้ว่า สูตรที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในขบวนการแปรรูป *B. subtilis* คือสูตร FFS1 ซึ่งเป็นส่วนผสมของ โปรตีนปลา (เศษปลาหมักหรือปุ๋ยปลา) 10 ม.ล. ผสมกากถั่วเหลือง 10 กรัมในน้ำกลั่น 1,000 ม.ล.เนื่องจากส่วนผสมมีราคาถูก หาซื้อง่าย และใช้เวลาการเลี้ยงในระยะสั้นที่สุด และการเลี้ยงแบคทีเรีย ในสภาพเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 และ 200 รอบต่อนาที เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการสร้างเอ็นโดสปอร์ของ *B. subtilis*

ได้มีการศึกษาความปลอดภัยของ *B. subtilis* ต่อคน โดย อมรรัตน์ และ มณจันทร์ (2539) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษของชีวภัณฑ์ประเภทแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ AP-01 และ *B. subtilis* AP-04 สำหรับป้องกันกำจัดโรคพืช ในหนูถีบจักรเพื่อยืนยันความปลอดภัยนี้ โดยได้ทดสอบความเป็นพิษของแบคทีเรียนี้ชนิดผง 2 ชนิด โดยผสมกับอาหารในอัตรา 1:10 โดยน้ำหนักซึ่งเป็นอัตราที่แนะนำใช้ทาแผลบนต้นพืช ทำการทดสอบกับหนูถีบจักร ให้อาหารทางปากในอัตรา 10 กรัมต่อวันต่อตัวโดยเฉลี่ย เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าหนูในกลุ่มทดลองที่ได้รับชีวภัณฑ์แบคทีเรียผสมอาหารทั้ง 2 ชนิด มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากหนูกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ และจากการตรวจทางพยาธิวิทยาไม่พบลักษณะรอยโรคที่อวัยวะภายใน และไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติใดๆ ทางจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อตับ กระเพาะอาหาร และลำไส้เกิดขึ้น

งานวิจัยนี้มุ่งเน้น การพัฒนากระบวนการผลิตแบคทีเรีย *B. subtilis* ไอโซเลท 20W16 และ/หรือ 20W33 ซึ่งผ่านการทดสอบว่ามีศักยภาพในการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสพริก สาเหตุจากเชื้อรา *Collectotrichum gloeosporioides* และได้มีการศึกษาวิจัยรูปแบบผลิตภัณฑ์แล้ว นำมาพัฒนากระบวนการผลิต โดยศึกษาข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลต้นแบบการผลิตสารชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เหมาะสมกับการนำไปใช้ในระดับแปลงปลูก ตลอดจนสามารถเก็บรักษาได้นาน โดยที่คุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. วัสดุทางการเกษตร เช่น กากน้ำตาล กากถั่วเหลือง ปลาหมัก (ปุ๋ยปลา) ดินปลูก ปุ๋ยคอก กระถางปลูก เมล็ดพันธุ์พริก

2. แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ไอโซเลท 20W16 และ 20W33

3. สารเคมีในห้องปฏิบัติการ เช่น โซเดียมเบนโซเอท K_2HPO_4 benzoic acid propionic acid และ acetic acid

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และ PSA

5. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เช่น ตู้เขี่ยเชื้อ จานเลี้ยงเชื้อ ฟาสก์ กระบอกตวง ไมโครปิเปต ฯลฯ

6. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เช่น เครื่องเขย่า เครื่องผสมสาร hot water bath

วิธีการ

1. <u>การทดสอบอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงแบคทีเรีย *B. subtilis*</u> (ปี 2561)

มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำ (ซ้ำละ 4 ฟาสก์ขนาด 250 ม.ล.) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 30 ^{0}C

กรรมวิธีที่ 2 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 40 ^{0}C

กรรมวิธีที่ 3 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 50 ^{0}C

ปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

1.1 เลี้ยงเชื้อในชีวภัณฑ์สูตรเหลว (สูตรที่ได้จากผลการทดลองการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ *B subtilis* เพื่อใช้ควบคุมโรคแอนแทรคโนสพริก สาเหตุจากเชื้อรา *C. gloeosporioides*)

1.2 นำไปเลี้ยงในสภาพเขย่า ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ ที่อุณหภูมิ ต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด เป็นเวลา 5 วัน

1.3 ตรวจเช็คปริมาณการสร้างเอ็นโดสปอร์ โดยวิธี serial dilution plate technique บนอาหาร PSA โดยที่ก่อนนับนำไปแช่ใน hot water bath อุณหภูมิ 65 ^{0}C นาน 1 ชม. (Wiwattanapatapee *et., al* 2007) เพื่อฆ่าเซลล์ปกติ และเหนี่ยวนำให้สปอร์งอกก่อนโดยการย้ายลงอาหาร PDB เขย่าเป็นเวลา 48 ชม. แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหารแข็ง PSA

การบันทึกข้อมูล: บันทึกปริมาณเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis* ในชีวภัณฑ์สูตรเหลว คิดเป็นค่าเฉลี่ย

2. <u>การทดสอบความเร็วรอบในการเขย่าเพื่อกระตุ้นการสร้างเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis*</u> (ปี 2561)

มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำ (ซ้ำละ 4 ฟาสก์ขนาด 250 ม.ล.) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที

กรรมวิธีที่ 2 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบ/นาที

กรรมวิธีที่ 3 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบ/นาที

ปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

2.1 เลี้ยงเชื้อในชีวภัณฑ์สูตรเหลว (สูตรที่ได้จากผลการทดลองการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* เพื่อใช้ควบคุมโรคแอนแทรคโนสพริก สาเหตุจากเชื้อรา *C. gloeosporioides*)

2.2 นำไปบ่มเชื้อในสภาพเขย่า ที่ความเร็วรอบต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด เป็นเวลา 5 วัน

2.3 ตรวจเช็คปริมาณการสร้างเอ็นโดสปอร์ โดยวิธี serial dilution plate technique บนอาหาร PSA (ปฏิบัติเช่นเดียวกับ 1.1.3)

การบันทึกข้อมูล: บันทึกปริมาณเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis* ในชีวภัณฑ์สูตรเหลว คิดเป็นค่าเฉลี่ย

3. <u>การทดสอบระยะเวลาบ่มเชื้อที่เหมาะสมต่อการสร้างเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis*</u> (ปี 2562)

มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำ (ซ้ำละ 4 ฟาสก์ขนาด 250 ม.ล.) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 3 วัน

กรรมวิธีที่ 2 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 5 วัน

กรรมวิธีที่ 3 เลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 7 วัน

ปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

3.1 เลี้ยงเชื้อในชีวภัณฑ์สูตรเหลว (สูตรที่ได้จากผลการทดลองการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* เพื่อใช้ควบคุมโรคแอนแทรคโนสพริก สาเหตุจากเชื้อรา *C. gloeosporioides*)

3.2 นำไปเลี้ยงในสภาพเขย่า เป็นเวลาต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด

3.3 ตรวจเช็คปริมาณการสร้างเอ็นโดสปอร์ โดยวิธี serial dilution plate technique บนอาหาร PSA (ปฏิบัติเช่นเดียวกับ 1.1.3)

การบันทึกข้อมูล: บันทึกปริมาณเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis* ในชีวภัณฑ์สูตรเหลว คิดเป็นค่าเฉลี่ย

4. <u>การทดสอบอัตราแอมโมเนียมไนเตรทซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสม ในการเติมลงในสูตรอาหาร เพื่อกระตุ้นการสร้างเอ็นโดสปอร์</u> (ปี 2562)

มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำ (ซ้ำละ 4 ฟาสก์ขนาด 250 ม.ล.) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 แอมโมเนียมไนเตรท 0.5 กรัมต่ออาหารเหลว 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 แอมโมเนียมไนเตรท 1.0 กรัมต่ออาหารเหลว 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 แอมโมเนียมไนเตรท 1.5 กรัมต่ออาหารเหลว 1 ลิตร

ปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

4.1 เตรียมชีวภัณฑ์สูตรเหลว (สูตรที่ได้จากผลการทดลองการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ *B subtilis* เพื่อใช้ควบคุมโรคแอนแทรคโนสพริก สาเหตุจากเชื้อรา *C. gloeosporioides*)

4.2 เติมแอมโมเนียมไนเตรท ลงไปอาหารเหลวอัตราต่างๆตามกรรมวิธีที่กำหนด

4.3 เลี้ยงแบคทีเรีย *B. subtilis* ลงในอาหารดังกล่าว

4.4 บ่มเชื้อบนเครื่องเขย่า จากนั้นนำมานับปริมาณเอ็นโดสปอร์โดยวิธี serial dilution plate technique (ปฏิบัติเช่นเดียวกับ 1.1.3)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

บันทึกปริมาณเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis* ในชีวภัณฑ์สูตรเหลว คิดเป็นค่าเฉลี่ย

5. <u>ศึกษาวิธีการเก็บรักษาสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสม</u> (ปี 2563)

5.1 <u>ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์</u>

มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำ (ซ้ำละ 4 ฟาสก์ขนาด 250 ม.ล.) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ 27<u>+</u> 2 ^{0}C (อุณหภูมิห้อง)

กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 5 ^{0}C (อุณหภูมิตู้เย็นช่องธรรมดา)

กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 40 ^{0}C (อุณหภูมิแปลงปลูก)

- นำชีวภัณฑ์สูตรเหลว ที่ผลิตได้ ไปเก็บรักษา ไว้ตามที่อุณหภูมิต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด

- นำมานับปริมาณเอ็นโดสปอร์โดยวิธี serial dilution plate technique ทุกๆ 3 เดือน

การบันทึกข้อมูล: บันทึกปริมาณเอ็นโดสปอร์เริ่มต้น และตรวจนับทุกๆ 3 เดือน นำข้อมูลของปริมาณเอ็นโดสปอร์ที่ตรวจนับได้ มาคิดเป็นค่าเฉลี่ย

5.2 ศึกษาสารกันเสียที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาสารชีวภัณฑ์สูตรเหลว *B. subtilis*

มี 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ (ซ้ำละ 4 ฟาสก์ขนาด 250 ม.ล.)

กรรมวิธีที่ 1 benzoic acid อัตรา 1000 มกต่ออาหารเหลว 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 propionic acid อัตรา 2000 มกต่ออาหารเหลว 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 acetic acid อัตรา 100 มก.ต่ออาหารเหลว 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 benzoic acid 500 มก. + propionic acid 1000 มก ต่ออาหารเหลว 1 ลิตร

- เตรียมอาหารเหลว (สูตรที่ได้จากผลการทดลองการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ *B subtilis* เพื่อใช้ควบคุมโรคแอนแทรคโนสพริก สาเหตุจากเชื้อรา *C. gloeosporioides*) โดยไม่มีการฆ่าเชื้อ

- เติมสารกันเสียชนิดต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด ลงในอาหารเหลว

- เลี้ยงแบคทีเรีย *B. subtilis* ลงในอาหารดังกล่าว

- บ่มเชื้อบนเครื่องเขย่า จากนั้นนำมานับปริมาณเอ็นโดสปอร์โดยวิธี serial dilution plate technique (ปฏิบัติเช่นเดียวกับ 1.1.3) ทุกๆ 3 เดือน

การบันทึกข้อมูล: บันทึกปริมาณเอ็นโดสปอร์เริ่มต้น และตรวจนับทุกๆ 3 เดือน นำข้อมูลของปริมาณเอ็นโดสปอร์ที่ตรวจนับได้ มาคิดเป็นค่าเฉลี่ย

6. ศึกษาวิธีการนำสารชีวภัณฑ์มาใช้ป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสพริก (ปี 2564)

เพื่อทดสอบการกระตุ้นเอ็นโดสปอร์ของ *B.subtilis* ให้เข้าสู่ระยะ Vegetative cell ก่อนพ่น

วางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ (5 กระถางต่อซ้ำ)

กรรมวิธีที่ 1 ชีวภัณฑ์ Bs 20W33 50 กรัม ผสมน้ำอุณหภูมิปกติ (27$\pm$3^{0}C) 20 ลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที ก่อนพ่น

กรรมวิธีที่ 2 ชีวภัณฑ์ BS 20W33 50 กรัม ผสมน้ำอุณหภูมิปกติ (27$\pm$3^{0}C) 20 ลิตร ทิ้งไว้ 60 นาที ก่อนพ่น

กรรมวิธีที่ 3 ชีวภัณฑ์ BS 20W33 อัตรา 50 กรัม ผสมน้ำอุ่น 50 ^{0}C 20 ลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที ก่อนพ่น

กรรมวิธีที่ 4 ชีวภัณฑ์ BS 20W33 อัตรา 50 กรัม ผสมน้ำอุ่น 50 ^{0}C ทิ้งไว้ 60 นาที ก่อนพ่น

กรรมวิธีที่ 5 ชีวภัณฑ์ Bs 20W33 50 กรัม ผสมน้ำอุณหภูมิปกติ (27$\pm$3^{0}C) 20 ลิตร พ่นทันที

วิธีการ

1. เพาะกล้าพริกให้มีอายุประมาณ 30 วัน จากนั้นย้ายปลูกลงในกระถางขนาดประมาณ 12 นิ้ว จำนวน 3 ต้นต่อกระถาง รวม 100 กระถาง

2. เมื่อพริกเริ่มออกดอกปลูกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส C. *gloeosporioides* เพื่อให้เป็นโรคสม่ำเสมอ โดยการพ่นด้วย cell suspension ของเชื้อรา C. *gloeosporioides* ความเข้มข้นประมาณ 10^6 สปอร์/มล.

3. เมื่อพริกเริ่มติดผล และ/หรือ เริ่มแสดงอาการของโรค จึงเริ่มดำเนินการพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆที่กำหนด โดยพ่นทุก 7 วัน รวม 4 ครั้ง

การบันทึกข้อมูล: นับจำนวนผลที่เป็นโรคทั้งหมด นำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเกิดโรคเปรียบเทียบกับจำนวนผลพริกทั้งหมดที่อยู่ระยะเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์ข้อมูล: นำข้อมูลของเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมาวิเคราะห์ทางสถิติ

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2561 – กันยายน 2564 กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. <u>การทดสอบอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงแบคทีเรียเพื่อกระตุ้นการสร้างเอ็นโดสปอร์ *B. subtilis*</u>

พบว่า เมื่อเลี้ยงเชื้อและบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส *B. subtilis* 20W33 สามารถสร้างเอ็นโดสปอร์ได้ปริมาณสูงสุดคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.15×10^{10} spores/ml ในขณะที่อุณหภมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ปริมาณเอ็นโดสปอร์จะลดลงเหลือเท่ากับ 4.90×10^9 และ 1.36×10^8 spores/ml ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

2. <u>การทดสอบความเร็วรอบในการเขย่าเพื่อกระตุ้นการสร้างเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis*</u>

พบว่าเมื่อบ่มเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* 20W33 บนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 100 และ 150 และ 200 รอบ/นาที่ แบคทีเรีย *B. subtilis* 20W33 สร้างเอ็นโดสปอร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27×10^{10} 2.05×10^{10} และ 1.00×10^{10} spores/ml ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน คือประมาณ 10^{10} spores/ml (ตารางที่ 2)

3. <u>การทดสอบระยะเวลาบ่มเชื้อที่เหมาะสมต่อการสร้างเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรีย *B. subtilis*</u>

พบว่าเมื่อบ่มเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* 20W33 เป็นเวลา 3 5 และ 7 วัน แบคทีเรีย *B. subtilis* 20W33 สร้างเอ็นโดสปอร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.23×10^9 7.37×10^9 และ5.39×10^9 spores/ml ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน คือประมาณ 10^9 spores/ml (ตารางที่ 3)

4. <u>การทดสอบอัตราแอมโมเนียมไนเตรทซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสม ในการเติมลงในสูตรอาหาร เพื่อกระตุ้นการสร้างเอ็นโดสปอร์</u>

พบว่า เมื่อเติมแอมโมเนียมไนเตรทลงในอาหารเหลวที่อัตรา1.5 กรัมต่ออาหารเหลว 1 ลิตร *B. subtilis* 20W33 สร้างเอ็นโดสปอร์สูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.37×10^{10} spores/ml ในขณะที่เมื่อเติมในอัตรา 0.5 และ1.0 กรัมต่ออาหารเหลว 1 ลิตร *B. subtilis* 20W33 สร้างเอ็นโดสปอร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.19×10^9 และ 6.22×10^9 spores/ml ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

5. ศึกษาวิธีการเก็บรักษาสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสม

5.1 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

หลังการเก็บรักษาชีวภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 27± 2 ^{0}C (อุณหภูมิห้อง) ที่ 5 ^{0}C (อุณหภูมิตู้เย็นช่องธรรมดา) และที่ 40 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิแปลงปลูก) เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า ปริมาณเอ็นโดสปอร์ลดลงเหลือ 2.39 x 10^7 4.04 x 10^7และ 5.70 x 10^6spores/ml ตามลำดับ โดยเมื่อเก็บในสภาพอุณหภูมิห้อง และในสภาพตู้เย็น ปริมาณคงเหลือไม่แตกต่างกัน แต่ในสภาพโรงเรือนที่อุณหภูมิประมาณ 40 ^{0}C ซึ่งเป็นสภาพที่ใกล้เคียงกับแปลงปลูกปริมาณเอ็นโดสปอร์จะลดลงค่อนข้างสูง (ตารางที่ 5)

5.2 ศึกษาสารกันเสียที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาสารชีวภัณฑ์สูตรเหลว *B. subtilis*

เมื่อเก็บชีวภัณฑ์สูตรเหลว 4 สูตรที่เติมสารกันเสีย คือสูตรที่ 1 เติมสาร benzoic acid อัตรา 1000 มกต่ออาหารเหลว 1 ลิตร สูตรที่ 2 เติมสาร propionic acid อัตรา 2000 มกต่ออาหารเหลว 1 ลิตร สูตรที่ 3 เติมสารacetic acid อัตรา 100 มก.ต่ออาหารเหลว 1 ลิตร และสูตรที่ 4 เติมสาร benzoic acid 500 มก. + propionic acid 1000 มก ต่ออาหารเหลว 1 ลิตร เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า การเติม acetic acid และ benzoic acid + propionic acid ปริมาณเอ็นโดสปอร์ไม่ลดลงจากปริมาณเริ่มต้น ยังคงอยู่ที่ 1.66 x 10^9 และ1.54 x 10^9spores/ml ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

6. ศึกษาวิธีการนำสารชีวภัณฑ์มาใช้ป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสพริก

ผลการทดสอบพบว่า จากการประเมินผลพริกทั้ง 3 รุ่น ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีเปรียบเทียบที่ไม่มีการพ่นชีวภัณฑ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 57.50 79.01 และ98.27 ตามลำดับ ซึ่งให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 รุ่น (ตารางที่ 7)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

กระบวนการผลิตชีวภัณฑ์ *B. Subtilis* 20W33 โดยมุ่งเน้นการกระตุ้นการสร้างเอ็นโดสปอร์ของแบคทีเรียให้ได้ประมาณสูงสุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ ตลอดจนการเก็บรักษาเพื่อยืดอายุของชีวภัณฑ์นั้น พอสรุปได้ว่า การเลี้ยงเชื้อและบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 ^{0}C แบคทีเรีย *B. subtilis* 20W33 สามารถสร้างเอ็นโดสปอร์ได้ปริมาณสูงสุด การเลี้ยงเชื้อบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 100 และ 150 และ 200 รอบ/นาที นั้น พบว่า *B. subtilis* สร้างเอ็นโดสปอร์ไม่แตกต่างกัน และระยะเวลาในการบ่มเชื้อเป็นเวลา 3 5 และ 7 วัน พบว่า *B. subtilis* การสร้างเอ็นโดสปอร์มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน การเติมแอมโมเนียมไนเตรทลงในอาหารเหลว พบว่า ที่อัตรา 1.5 กรัมต่ออาหารเหลว 1 ลิตร แบคทีเรีย *B. subtilis* สร้างเอ็นโดสปอร์สูงสุด เท่ากับ 1.37 x10^{10} spores/ml การเก็บรักษาชีวภัณฑ์สูตรเหลว สามารถเก็บได้ในสภาพอุณหภูมิห้องปกติ ไม่จำเป็นต้องเก็บในตู้เย็น แต่ไม่ควรเก็บเกิน 6 เดือน โดยหลีกเลี่ยงการเก็บในสภาพอุณหภูมิสูงเกิน 40 ^{0}C การเติม acetic acid หรือ benzoic acid + propionic acid ลงในชีวภัณฑ์สูตรเหลว สามารถเก็บรักษาปริมาณเอ็นโดสปอร์โดยที่ไม่มีการลดลงได้ถึง 12 เดือน และการนำชีวภัณฑ์เอ็นโดสปอร์ Bs 20W33 ไปใช้ในการพ่นในแปลงปลูก สามารถนำชีว

ภัณฑ์ผสมน้ำธรรมดาตามอัตราที่กำหนดแล้วพ่นได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องผสมน้ำอุ่นหรือผสมน้ำแล้วแช่ทิ้งไว้ เนื่องจากให้ผลประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล รัศมี ฐิติเกียรติพงษ์ อรพรรณ วิเศษสังข์ และ วงศ์ บุญสืบสกุล. 2548. การใช้เชื้อ *Bacillus* spp. ในการควบคุมโรคเหี่ยวของขิง. หน้า 90-105. *ใน: รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม 2548*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

บุษราคัม อุดมศักดิ์ และ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. 2550. สำรวจรวบรวมและศึกษาสายพันธุ์แบคทีเรียกลุ่ม Bacillus ที่มีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืช : ศึกษาสายพันธุ์แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* ที่มีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชเศรษฐกิจ. หน้า 896-913. *ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2550*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

บุษราคัม อุดมศักดิ์ และ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. 2553. การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เอ็นโดสปอร์ *Bacillus subtilis* ควบคุมโรคเหี่ยวของขิง. หน้า 988 -1005 . *ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

พากเพียร อรัญนารถ นงรัตน์ นิลพานิชย์ วิชิต ศิริสันธนะ และ สมคิด ดิสถาพร. 2544. ประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* ในการควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าว. *วารสารวิชาการเกษตร*.ม.ค.- เม.ย. 2544 19(1) : 4-12

ไวรุจน์ เดชมหิทธกุล จันทร์จีรา อยู่คง กนกวรรณ พุ่มพุทรา แสงชัย เอกประทุมชัย และ เพ็ญจันทร์ เมฆวิจิตรแสง. 2550. การศึกษาสูตรอาหารและกระบวนการผลิตสปอร์ *Bacillus subtilis* เพื่อเป็นโปรไบโอติกในสัตว์. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ*. ปีที่ 30 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน. : 251-259.

ศิริพงษ์ คุ้มภัย และพรพิมล อธิปัญญาคม.2554. โรคแอนแทรคโนสพริก. หน้า 3-4. *ใน: คู่มือโรคผักและการป้องกันกำจัด.* กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

อมรรัตน์ ทัศนกิจ และมณจันทร์ เมฆธน. 2539. การศึกษาความเป็นพิษของชีวภัณฑ์ประเภทแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ AP-01 และ *B. subtilis* AP-04 สำหรับป้องกันกำจัดโรคพืชในหนูถีบจักร. หน้า 99-104. *ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2539 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.

Baker, K.F. and Cook. R. J. 1974. *Biological Control of Plant Pathogen*. W.H.Freeman, San Francisco. 433 p.

Fiddaman, P. J. and Rossall, S. 1994. Effect of substrate on the production of antifungal volatiles from *Bacillus subtilis. J. Appl. Bacteriol*. 76 (4), 395-405.

Shoda, M. 2000. Bacterial control of plant disease. *Biosci. Bioeng*. 89: 515-521.

Wiwattanapatapee, R, A. Chumthong, A. Pengnoo and M. Kanjanamaneesathian. 2007. Effervescent fast-disintegrating bacterial formulation for biological control of rice sheath blight. *Journal of controlled release* 119: 229-235.

Table 1 The average of endospores content of *B. subtilis* 20W33 which was incubated at temperature of 30, 40 and 50 degrees celsius.

temperature (^{0}C)	average of endospores (spores/ml)
30	$1.15x10^{10}$
40	$4.90 x10^{9}$
50	$1.36 x10^{8}$

Table 2 The average of endospores content of *B. subtilis* 20W33 which was incubated at rotation speed of 100, 150 and 200 rpm.

rotation Speed (rpm)	average of endospores (spores/ml)
100	$2.27 x10^{10}$
150	$2.05 x10^{10}$
200	$1.00 x10^{10}$

Table 3 The average of endospores content of *B. subtilis* 20W33 which was incubated for 3 5 and 7 days.

incubation period (days)	average of endospores (spores/ml)
3	$3.23 x10^{9}$
5	$7.37 x10^{9}$
7	$5.39 x10^{9}$

Table 4 The average of endospores content of *B. subtilis* 20W33 which added 0.5, 1.0 and 1.5 g of ammonium nitrate to 1 liter of liquid bioproduct.

amount of ammonium nitrate (grams)	average of endospores (spores/ml)
0.5	8.19×10^9
1.0	6.22×10^9
1.5	1.37×10^{10}

Table 5 The average of endospores content of *B. subtilis* 20W33 in liquid bioproducts which was stored at room temperature (27+ 2 ^{0}C), refrigerated temperature (5 ^{0}C) and greenhouse temperature (40 ^{0}C) after storage for 12 months.

temperature of stored place	average of endospores (spores/ml)			
	0 mont	3 monts	6 monts	12 monts
room temperature	9.77×10^9	2.7×10^8	1.33×10^8	2.39×10^7
refrigerated temperature	4.75×10^9	2.2×10^8	1.11×10^8	4.04×10^7
greenhouse temperature	7.68×10^9	1.4×10^8	8.55×10^7	5.70×10^6

Table 6 The average of endospores content of *B. subtilis* 20W33 in liquid bioproducts which was added 4 preservatives and stored for 12 months.

temperature of stored place	average of endospores (spores/ml)			
	0 mont	3 monts	6 monts	12 monts
benzoic acid	6.28×10^9	1.93×10^9	1.24×10^9	8.25×10^8
propionic acid	7.84×10^9	1.99×10^9	8.92×10^8	4.10×10^8
acetic acid	9.99×10^9	4.32×10^9	3.06×10^9	1.66×10^9
benzoic acid + propionic acid	9.67×10^9	4.51×10^9	3.14×10^9	1.54×10^9

Table 7 The average percentage of disease incidence of chilli anthracnose disease which was sprayed with wettable powder of *B. subtilis* 20W33 bioproducts in water at various temperatures.

treatments	leaving time (minutes)	average of disease incidence (%)		
		1st**	2nd**	3rd **
dissolved in water (27±3 ^{0}C)	30	0.00 a*	0.00 a	0.60 a
dissolved in water (27±3 ^{0}C)	60	0.00 a	1.25 a	1.05 a
dissolved in warm water (50 ^{0}C)	30	0.00 a	1.09 a	4.14 a
dissolved in warm water (50 ^{0}C)	60	1.78 a	0.00 a	0.54 a
dissolved in water (27±3 ^{0}C)	0	0.00 a	0.00 a	2.76 a
control**		57.50 b	79.01 b	98.27 b
CV (%)		23.27	22.21	20.56

* means followed by the same letter are not significantly different based on duncan' new multiple rang test (DMRT) at P = 0.05

** water sprayed without *B. subtilis* 20W33 bioproducts

1,st 2,nd and 3rd harvesting

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* แบบผงเพื่อควบคุม โรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae*

Development of a Powder Formulation of *Bacillus subtilis* for Controlling Bacterial Brown Spot Disease of Orchids Caused by *Acidovorax avenae* subsp. *Cattleyae*

กาญจนา ศรีไม้ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล บูรณี พั่ววงษ์แพทย์
ทิพวรรณ กันหาญาติ ดารุณี ปุญญพิทักษ์ รุ่งนภา ทองเครื่ง
กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

Bacillus subtilis isolate BVS-37 in 5 liquid media was shown to have a population of antagonist bacteria when shaken for 3 days. *B. subtilis* BVS-37 showed the high population of bacteria increased was greatest in the CW and TSB mediums of $2.18x10^9$ and $1.8x10^9$ cfu/ml. Among the *B. subtilis* BVS-37 was mixed into two carriers, talcum and kaolin. 8 formulas powder product the kaolin formula was dissolved did not precipitate and melt in water than talcum. After that, formulation testing showed that *B. subtilis* BVS-37 was able to survive for 15 months at a temperature of 4-8 °C. It was found to have a high content of antagonistic bacteria of 10^7 cfu/ml, while the room temperature amount of *B. subtilis* BVS-37 was only 10^4 cfu/ml. The efficacy of formula powder of *B. subtilis* BVS-37 was tested for the control of brown spot disease of Vanda orchids in an experimental greenhouse condition. The RCBD experiment was planned with 4 replications, 6 treatments, spraying every 7 days, 4 times. It was found that the biochemical treatment at the rate of 120 g per 20 liters of water had the lowest disease severity index of brown leaf spot disease at 31.03 percent followed by 100, 80, 60 and 50 g per 20 liters of water. The disease severity index of brown leaf spot disease was 31.97, 32.80, 33.22 and 34.94 percent, respectively with significant differences. Statistically significant with the spraying process with distilled water for sterilization. The disease severity index for brown leaf spot disease was 39.10 percent.

Keywords : Orchid, brown spot disease, *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae*

รหัสการทดลอง 03-05-59-02-02-00-10-62

บทคัดย่อ

การทดสอบเลี้ยงเชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ลงในสูตรอาหารเหลวจำนวน 5 สูตร พบว่าเมื่อเขย่าเป็นเวลา 3 วัน มีปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เพิ่มมากที่สุดในสูตรอาหารเหลว CW และ TSB เท่ากับ $2.18x10^9$ และ $1.8x10^9$ cfu/ml จากนั้นนำเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 มาผสมลงในสารพา 2 ชนิด ได้แก่ ทาลคัม และเกาลิน ได้ชีวภัณฑ์สูตรผงจำนวน 8 สูตร เมื่อนำมาละลายน้ำ พบว่าชีวภัณฑ์สูตรเกาลินไม่เกิดการตกตะกอน และละลายน้ำได้ดีกว่าชีวภัณฑ์สูตรทาลคัม การทดสอบความมีชีวิตรอดในชีวภัณฑ์เป็นเวลา 15 เดือน พบว่า หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส มีประชากรของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 คงเหลือเท่ากับ 10^7 cfu/ml ในขณะที่ชีวภัณฑ์ที่เก็บไว้อุณหภูมิห้อง มีประชากรของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เหลือเพียง 10^4 cfu/ml สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้พันธุ์แวนด้าในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี พ่นทุก ๆ 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง พบว่ากรรมวิธีที่พ่นด้วยชีวภัณฑ์อัตรา 120 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคน้อยที่สุดเท่ากับ 31.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ อัตรา 100, 80, 60 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 31.97, 32.80, 33.22 และ 34.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคสูงสุดเท่ากับ 39.10 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก : กล้วยไม้, โรคใบจุดสีน้ำตาล, แบคทีเรียปฏิปักษ์

คำนำ

กล้วยไม้ จัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Orchidaceae เป็นไม้ตัดดอกยอดนิยมและมีความหลากหลาย กล้วยไม้เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย และประเทศไทยส่งออกกล้วยไม้เป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยช่วงเดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2563 มีปริมาณการส่งออกดอกกล้วยไม้จำนวน 7,455 ตัน คิดเป็นมูลค่า 670.71 ล้านบาท (เวทย์, 2564) ซึ่งพันธุ์ที่ส่งออกหลัก ได้แก่ สกุลหวายอะแรนด้า อะแรคนิส ออนซ์เดียม และแวนด้า โดยผลิตกล้วยไม้เพื่อส่งออกประมาณ 53 เปอร์เซ็นต์ และผลิตเพื่อใช้ในประเทศ 47 เปอร์เซ็นต์ แหล่งผลิตกล้วยไม้ 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี กรุงเทพ และกาญจนบุรี (สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม, 2563).ในการผลิตกล้วยไม้เกษตรกรยังพบปัญหาในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชของกล้วยไม้ ถ้าหากไม่มีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องก็จะส่งผลกระทบต่อผลผลิต เกิดการแพร่ระบาดที่มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ทำให้เกษตรกรไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ เพื่อลดความเสียหายจากศัตรูพืชของกล้วยไม้ เกษตรกรจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพในแปลงปลูก ซึ่งการตรวจคุณภาพและการปะปนของศัตรูพืชกล้วยไม้เป็นปัญหาที่สำคัญในการส่งออก โดยเฉพาะปัญหาด้านโรคพืชเป็นปัญหาที่พบใน

การผลิตกล้วยไม้เสมอ ถ้าเกษตรกรสามารถประเมินความเสียหายที่เกิดจากโรคพืชในแปลงปลูกได้อย่างถูกต้อง และหาวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการโรคได้ ก็จะช่วยลดปัญหาการปะปนของเชื้อสาเหตุโรคติดไปกับกล้วยไม้ได้ (กลุ่มวิจัยโรคพืช, 2553)

โรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ ที่เกิดจากเชื้อ *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae* (ชื่อเดิม *Pseudomonas cattleyae*) พบการระบาดในกล้วยไม้ลูกผสมสกุลแวนด้า (Vanda Hybrid) แคทลียา (Cattleya) ฟาแลนนอปซิส (Phalaenopsis) ซิมบิเดียม (Cymbidium) เดนโดรเบียม (Dendrobium) และออนซิเดียม (Oncidium) (Miller, 1990) เชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคสร้างความเสียหายให้แก่กล้วยไม้ตั้งแต่ระยะกล้า (seedling) จนถึงระยะออกดอก (เหลืองพังงา, 2552) ในปัจจุบันนี้พบการระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาล เกือบทุกแหล่งที่มีการปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้า ฟาแลน-นอปซิส แคทลียา ออนซิเดียม และม็อคคาร่า ซึ่งกล้วยไม้เหล่านี้เป็นกล้วยไม้ตัดดอกขาย และพบการระบาดของโรคนี้มากในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน โดยเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคสามารถแพร่กระจายไปกับน้ำได้ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมการแพร่กระจายของโรคก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การป้องกันกำจัดโรคนี้ทำได้ยาก การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพวกสารประกอบทองแดง และสารแอน-ติไบโอติก ซึ่งในกล้วยไม้บางชนิดอ่อนแอต่อสารประกอบทองแดง และการใช้สารจำพวกแอนติไบโอติกนั้นมีค่าใช้จ่ายสูง มีรายงานการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียโดยการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช ในกลุ่มสเตร็ปโตมัยซินซัลเฟต ผสมออกซีเตทตราไซคลินไฮโดรคลอไรด์ คอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ หรือ คิวปริคออกไซด์ ฉีดพ่นเมื่อเริ่มพบอาการของโรคบนใบกล้วยไม้ (Miller, 1990) ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาการดื้อยาของเชื้อสาเหตุได้ และปัจจุบันได้มีการนำเอาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ และจำหน่ายเป็นการค้าอย่างแพร่หลาย

โดยตระหนักถึงอันตรายจากการใช้สารเคมีที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดโรคพืช ที่ช่วยลดปัญหาการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม อีกทั้งช่วยแก้ปัญหาการดื้อสารเคมีของศัตรูพืชสำคัญหลายชนิด ตลอดจนเพิ่มทางเลือกในการพิจารณาใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสมในการควบคุมศัตรูพืชแก่เกษตรกร และเป็นการนำเอาจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็น Antagonist ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ในการควบคุมโรคพืชทั้งเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรีย จนกระทั่งแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ และจำหน่ายเป็นการค้ากันอย่างแพร่หลาย เช่น เชื้อรา *Trichoderma harzianum* และเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* เป็นต้น

รุ่งนภา และคณะ (2559) ศึกษาเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. ในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ พบว่าเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37. มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อ *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้พันธุ์แวนด้าในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง มีค่าดัชนีการเกิดโรคน้อยสุดเท่ากับ 40.67 เปอร์เซ็นต์ การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ในรูปเซลล์แขวนลอยของแบคทีเรียแล้วนำไปพ่น อาจจะไม่สะดวกต่อเกษตรกรที่จะนำไปใช้ในสภาพแปลง และประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* มักไม่คงที่

เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม ซึ่งส่วนใหญ่ประสิทธิภาพมักจะลดลง เนื่องจากเซลล์แบคทีเรียตาย การพัฒนารูปแบบชีวภัณฑ์ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการนำไปใช้ โดยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่อยู่ในรูปแบบของชีวภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น ยังคงมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้เช่นเดียวกับการใช้เซลล์แขวนลอยของแบคทีเรียปฏิปักษ์จึงมีความจำเป็น ดังนั้นจึงได้นำเชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 มาพัฒนาในรูปแบบชีวภัณฑ์พร้อมใช้แบบผง เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวกต่อการใช้ควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- อุปกรณ์มาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

1. ตู้เขี่ยเชื้อชนิดปลอดเชื้อ
2. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ
3. ตู้อบเครื่องแก้ว (hot air oven)
4. เครื่องชั่ง
5. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
6. เครื่องเขย่า (Shaker)

- สารเคมีและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. Wakimoto’s medium (PSA)
2. Tryptic Soy Agar (TSA)
3. Tryptic Soy Broth (TSB)
4. Wakimoto’s medium (PSB)
5. Nutrient Glucose Broth (NGB)
6. Brown sugar and yeast extract (SDW)
7. Coconut Water (CW)
8. สารพาทาลคัม (Talcum)
9. สารพาเกาลิน (Kaolin)
10. Potassium humate
11. amino acid
12. Magnesium Sulphate Heptahydrate ($MgSO_4.7H_2O$)
13. Carboxymethyl cellulose (CMC)
14. เชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 (รุ่งนภา และคณะ, 2559)
15. กล้วยไม้พันธุ์แวนด้า อายุ 2 ปี
16. ถังพ่นสารชนิดแบบอัดลม

วิธีการ

1. ศึกษาหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37

1.1 การเตรียมเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37

เลี้ยงเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ที่แยกได้จากใบกล้วยไม้สกุลแวนด้า อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี (รุ่งนภา และคณะ, 2559) จากคลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ของกลุ่มงานบักเตรี-วิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช ลงบนอาหาร Tryptic Soy Agar (TSA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง เพื่อนำไปทำการทดลองต่อไป

1.2 การทดสอบการเพิ่มปริมาณเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ในอาหารทดสอบ

การทดสอบการเพิ่มปริมาณเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ในอาหารทดสอบ 5 สูตร ดังนี้ (ดัดแปลงจาก Muis, 2006)

อาหารสูตร 1 Tryptic soy broth

อาหารสูตร 2 Wakimoto's medium

อาหารสูตร 3 Nutrient glucose broth

อาหารสูตร 4 brown sugar and yeast extract

อาหารสูตร 5 Coconut water (น้ำมะพร้าว)

เลี้ยงเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 จากข้อ 1.1 บนอาหาร TSA จากนั้นขูดเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 จำนวน 2 loop ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร ดูดสารละลายแขวนลอยของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 จำนวน 100 ไมโครลิตร ผสมกับอาหารเหลวปริมาตร 100 มิลลิลิตร แต่ละสูตร แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความเร็ว 130 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 28±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 3, 4 และ 5 วัน หลังจากนั้นตรวจดูการเพิ่มปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ทุก ๆ 2, 3, 4 และ 5 วัน โดยวิธี serial dilution method ดูดสารแขวนลอยของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ หยดลงบนอาหาร TSA ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหาร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 พร้อมคำนวณหาปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37

2. การศึกษาสารพาเชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ที่มีประสิทธิภาพ

2.1 การเพาะเลี้ยงเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37

เลี้ยงเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 บนอาหาร TSA ให้ได้โคโลนีเดี่ยวอายุ 24-36 ชั่วโมง ใช้ loop ขูดเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 จำนวน 1 loop ผสมลงในอาหารเหลวที่เหมาะสมที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ในการเพิ่มสปอร์ของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ที่บรรจุในขวดรูปชมพู่ปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 130 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 28±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 วัน ทำการเก็บสปอร์ของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 นำไปหมุน

เหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำไปทำการทดลองต่อไป

2.2 การศึกษาสารพาเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37

ทำการศึกษาสารพาของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ทาลคัม (Talcum) และเกาลิน (Kaolin) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 ซ้ำ 8 กรรมวิธี (ดัดแปลงจากณัฏฐิมา และคณะ, 2557; กฤติเดช และดุสิต, 2559) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 Talcum+carboxymethyl cellulose (CMC) +$MgSO_4.7H_2O$+glucose

กรรมวิธีที่ 2 Kaolin+CMC+$MgSO_4.7H_2O$+glucose

กรรมวิธีที่ 3 Talcum+Potassium humate+CMC+$MgSO_4.7H_2O$+glucose

กรรมวิธีที่ 4 Kaolin+Potassium humate+CMC+$MgSO_4.7H_2O$+glucose

กรรมวิธีที่ 5 Talcum+CMC+$MgSO_4.7H_2O$+amino acid+glucose

กรรมวิธีที่ 6 Kaolin+CMC+$MgSO_4.7H_2O$+amino acid+glucose

กรรมวิธีที่ 7 Talcum+Potassium humate+CMC+$MgSO_4.7H_2O$+amino acid+glucose

กรรมวิธีที่ 8 Kaolin+Potassium humate+CMC+$MgSO_4.7H_2O$+amino acid+glucose

นำเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ที่เตรียมไว้ มาผสมลงในสารพาตามกรรมวิธี ในอัตราส่วนเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ปริมาตร 1.5 ลิตร : CMC ปริมาตร 190 มิลลิลิตร : $MgSO_4.7H_2O$ ปริมาตร 190 มิลลิลิตร : สารพา จำนวน 1 กิโลกรัม ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตากให้แห้งในที่ร่ม แล้วบดให้เป็นผงละเอียด เก็บไว้ในถุงพลาสติก จากนั้นตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 โดยวิธี serial dilution method ดูดสารแขวนลอยของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ หยดลงบนอาหาร TSA ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหาร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28$\pm$3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พร้อมคำนวณหาปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ประเมินสี ลักษณะการละลายน้ำของสารพาที่ผสมเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 และลักษณะการแขวนลอยในน้ำและการตกตะกอนของสารพา โดยใช้สารพาที่ผสมเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อัตรา 0.5 กรัม ต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร ทำการจับเวลาทันทีเมื่อผสมสารพาลงในน้ำ ดังนี้

- ลักษณะการละลายน้ำของสารพาผสมเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 โดยประเมินความสามารถในการละลายน้ำ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1 ละลายน้ำภายใน 1-5 นาที ระดับ 2 ละลายน้ำภายใน 6-10 นาที ระดับ 3 ละลายน้ำภายใน 11-30 นาที ระดับ 4 ละลายน้ำภายใน 31-60 นาที และระดับ 5 ไม่ละลายน้ำ เกาะตัวเป็นกลุ่มด้านบนผิว

- ลักษณะการแขวนลอยในน้ำของสารพาผสมเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 โดยประเมินความสามารถการแขวนลอยในน้ำของสารพา แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1 ตกตะกอนหมดภายในเวลา 12 ชั่วโมง ระดับ 2 ตกตะกอนหมดภายในเวลา 31-60 นาที ระดับ 3 ตะกอนหมดภายในเวลา 11-30 นาที ระดับ 4 ตกตะกอนหมดภายในเวลา 6-10 นาที และระดับ 5 ตกตะกอนหมดภายในเวลา 1-5 นาที

3. การตรวจสอบความอยู่รอดในชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

นำชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ทั้ง 8 สูตร แบ่งใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 1 กิโลกรัม เก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิประมาณ 28-33 องศาเซลเซียส) และเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิประมาณ 4-8 องศาเซลเซียส) สุ่มตัวอย่างประมาณ 10 กรัม มาตรวจนับปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ที่มีชีวิตรอดในชีวภัณฑ์แต่ละสูตร ตรวจนับทุก ๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 15 เดือน (ณัฏฐิมา และคณะ, 2557) โดยวิธี serial dilution method ดูดสารแขวนลอยของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ หยดลงบนอาหาร TSA ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหาร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 พร้อมคำนวณหาปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 และทำการคัดเลือกชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ที่เหมาะสมและดีที่สุดมา 1 สูตร เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองต่อไป

4. การทดสอบอัตราการใช้และประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

4.1 การเตรียมเชื้อ *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae* สำหรับทดสอบ

เลี้ยงเชื้อ *A. avenae* subsp. *cattleyae* บนอาหาร Wakimoto's medium (PSA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 28±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคไปละลายในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ แล้ววัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ปรับให้ได้ค่า OD เท่ากับ 0.2 (ความเข้มข้น 10^8 cfu/ml) ปลูกเชื้อทดสอบโดยวิธีพ่นสารแขวนลอยเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคลงบนใบกล้วยไม้ให้ทั่วใบ ทำการทดลองในกล้วยไม้พันธุ์แวนด้าอายุประมาณ 2 ปี

4.2 การเตรียมชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37

เลือกชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 จากข้อ 2.2 ที่ผลิตง่ายและเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 มีชีวิตรอดในชีวภัณฑ์สูง มา 1 สูตร นำชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 สูตรผงมาผสมน้ำในอัตราส่วน 50, 60, 80, 100 และ 120 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมลงในถังพ่นสารชนิดแบบอัดลม หลังจากนั้นนำไปพ่นให้ทั่วใบกล้วยไม้พันธุ์แวนด้า อายุประมาณ 2 ปี

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 พ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อัตรา 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 พ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อัตรา 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 พ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อัตรา 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 พ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อัตรา 120 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 พ่นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)

พ่นสารแขวนลอยเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคลงบนใบกล้วยไม้ให้ทั่วทั้งต้น แล้วใช้ถุงพลาสติกที่สเปรย์น้ำกลั่นคลุมต้นกล้วยไม้เพื่อเพิ่มความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำถุงพลาสติกดังกล่าวออก หลังจากนั้นจึงทำการพ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อตามกรรมวิธี ทำการพ่นทุก ๆ 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง สังเกตอาการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลก่อนพ่นทุกครั้ง และประเมินระดับความรุนแรงของการเกิดโรคหลังพ่นจำนวน 4 ครั้ง โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการใช้น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ

การบันทึกข้อมูล

ตรวจสอบการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้ก่อนพ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ทุกครั้ง โดยตรวจนับจำนวนแผลและวัดขนาดของแผลที่แสดงอาการของโรคใบจุดสีน้ำตาลทุกใบ และประเมินระดับความรุนแรงของโรคในแต่ละต้น โดยแบ่งระดับความรุนแรงของโรคเป็น 6 ระดับ (ดัดแปลงจาก Akarapisan *et. al.*, 2020) ดังนี้

ระดับ 0 ใบไม่ปรากฏอาการของโรค

ระดับ 1 ใบปรากฏอาการของโรคร้อยละ 1-20 ของพื้นที่ใบ หรือแผลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 เซนติเมตร

ระดับ 2 ใบปรากฏอาการของโรคร้อยละ 21-40 ของพื้นที่ใบ หรือใบสีเขียวและเชื้อเข้าสู่เส้นใบ แผลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-0.5 เซนติเมตร .

ระดับ 3 ใบปรากฏอาการของโรคร้อยละ 41-60 ของพื้นที่ใบ หรือใบเริ่มเหลืองและเชื้อเข้าสู่เส้นใบและก้าน แผลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-1.0 เซนติเมตร

ระดับ 4 ใบปรากฏอาการของโรคร้อยละ 61-80 ของพื้นที่ใบ หรือใบเหลืองและเน่า แผลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.0 เซนติเมตร

ระดับ 5 ใบปรากฏอาการของโรคร้อยละ 81-100 ของพื้นที่ใบ หรือใบร่วงและตาย

หลังจากนั้นนำข้อมูลระดับการเกิดโรคมาคำนวณหาค่าดัชนีความรุนแรงของโรค

$$\text{ดัชนีความรุนแรงของโรค (Disease Severity Index, DSI)} = \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนใบแต่ละระดับอาการ X คะแนนของระดับอาการ)}}{\text{จำนวนใบของต้นพืชที่ทดสอบทั้งหมด X คะแนนสูงสุดของระดับอาการ}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าดัชนีความรุนแรงของโรค (Disease Severity Index, DSI) มาวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เวลาและสถานที่

- ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2564
- ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนปลูกพืชทดลอง กลุ่มงานบักเตรีวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองในปี 2562

1. ศึกษาหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37

ผลการทดลองเมื่อเลี้ยงเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ลงในอาหาร Tryptic Soy Agar (TSA) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบลักษณะรูปร่างของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 มีลักษณะโคโลนีสีขาวครีม รูปร่างนูน เมื่อเลี้ยงเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ลงในอาหารเหลว 5 สูตร คือ TSB, PSB, NGB, SDW และ CW (น้ำมะพร้าว) พบว่าเมื่อเขย่าอาหารเหลวเป็นเวลา 3 วัน มีปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เพิ่มขึ้นมากที่สุดในสูตรอาหารเหลว CW และ TSB เท่ากับ $2.18x10^9$ และ $1.8x10^9$ cfu/ml ส่วนอาหารเหลว PSB, NGB และ SDW เท่ากับ $2.84x10^8$, $1.95x10^8$ และ $5.92x10^7$ cfu/ml ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Muis (2006) ทำการศึกษาแหล่งคาร์บอนระหว่างการใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อกับการใช้น้ำมะพร้าวร่วมกับส่วนผสม 1% แป้งมันสำปะหลัง 1% แป้งข้าวโพด 1% แป้งข้าวเจ้า 1% น้ำตาลทรายแดง และ (0% และ 0.25%) yeast extract พบว่าวิธีที่ใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเป็นแหล่งคาร์บอนมีปริมาณของเชื้อ *Bacillus subtilis* เท่ากับ $6.8x10^8$ cfu/ml และวิธีที่ใช้น้ำมะพร้าวมีปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* เท่ากับ $7.8x10^8$ cfu/ml

2. การศึกษาสารพาเชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ที่มีประสิทธิภาพ

ผลการศึกษาสารพาเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 หลังจากผสมเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ลงในสารพาจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ทาลคัม (Talcum) และเกาลิน (Kaolin) ตามกรรมวิธี ซึ่งแต่ละกรรมวิธีจะมีลักษณะของสีที่แตกต่างกันออกไป พบว่ากรรมวิธีที่มีสารพาทาลคัมเป็นองค์ประกอบ เนื้อสารพามีลักษณะสีหยาบนิด ๆ ส่วนกรรมวิธีที่มีสารพาเกาลินเป็นองค์ประกอบเนื้อสารพามีลักษณะเบามันและลื่น ๆ ส่วนสูตรสารพาร่วมกับ Potassium humate มีลักษณะแห้งไวและมีลักษณะแข็งกว่าสูตรอื่น ถ้าปล่อยทิ้งไว้นานจะทำให้บดยาก ดังนั้นหลังจากทำเสร็จ 1 วัน จำเป็นต้องนำสารพามาบดบี้หรือปั่นหยาบก่อน แล้วค่อยผึ่งทิ้งไว้ให้แห้งตามปกติ สูตรที่มีการผสมสารพา amino acid เมื่อ amino acid โดนน้ำจะละลายจึงต้องลดอัตราส่วนลงจากเดิมเล็กน้อย ไม่เช่นนั้นสารพาจะเละเหนียวเกินไปไม่สามารถบิดเป็นก้อนได้และจะทำให้สารพาแห้งยาก (Table 2 และ Figure 1) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 8 สูตร พบว่ากรรมวิธีที่ 2 ที่มีสารพาเกาลินผลิตง่ายและไม่เกิดการตกตะกอนมีความเหมาะสมมากที่สุด จึงนำไปใช้ทดลองในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองต่อไป

ผลการนำชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ทั้ง 8 สูตร มาละลายน้ำในอัตรา 0.5 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร พบว่าชีวภัณฑ์ที่ประกอบด้วยเกาลินจะละลายน้ำภายใน 5 นาที และเริ่มตกตะกอนหมดภายใน 40 นาที ส่วนชีวภัณฑ์ที่ประกอบด้วยทาลคัมจะละลายน้ำภายใน 10 นาที และเริ่มตกตะกอนหมดภายใน 20 นาที (Table 2 และ Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับกฤติเดช และดุสิต (2559) พัฒนาชีวภัณฑ์ต้นแบบชนิดผงจำนวน 6 สูตร พบว่าสูตรที่ 2 kaolin+$FeSO_4$+glucose และสูตรที่ 5 kaolin+ potassium humate+$FeSO_4$+glucose ละลายน้ำภายใน 6-10 นาที ตกตะกอนหมดภายในเวลา 30-60 นาที ในขณะที่สูตรอื่น ๆ ไม่ละลายน้ำ

เมื่อเปรียบเทียบสารพาทั้งสองชนิดนี้จะเห็นได้ว่าสารพาทาลคัม เกิดการละลายน้ำไม่ค่อยดียังพบตะกอนของแป้งไม่ละลายอยู่ ซึ่งแตกต่างจากสารพาเกาลินที่ละลายน้ำได้ดีกว่าและไม่พบตะกอนของแป้ง และเมื่อตั้งทิ้งไว้ยังพบว่าสารพาทาลคัมเกิดการตกตะกอนเป็นก้อนเล็ก ๆ และตกตะกอนไวกว่าซึ่งสารพาเกาลินเมื่อตกตะกอนจะตกตะกอนแบบไม่เป็นก้อน ดังนั้นจึงเลือกใช้สารพาเกาลินมาเป็นตัวรองรับเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 และนำไปใช้ทดลองในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองต่อไป

การทดลองในปี 2563

3. การตรวจสอบความอยู่รอดในชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผลการเก็บรักษาชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ไว้รักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (28-33 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 เดือน พบว่าเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อยู่ได้ในชีวภัณฑ์ทั้ง 8 สูตร มีปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เริ่มต้นเท่ากับ 10^{10} cfu/ml เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ประชากรของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เริ่มลดลงในเดือนที่ 3 และในเดือนที่ 15 เหลือประชากรของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เท่ากับ 10^7 cfu/ml ในขณะชีวภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องประชากรของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เริ่มลดลงในเดือนที่ 2 และเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่อง จนถึงเดือนที่ 15 เหลือประชากรของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เพียง 10^4 cfu/ml (Table 3)

เมื่อเปรียบเทียบสารพาทั้งสองชนิดจะเห็นได้ว่าปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ในสารพาเกาลินและสารพาทาลคัมไม่มีความแตกต่างกัน การเก็บรักษาชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ไว้ในตู้เย็นนั้นความเย็นจะช่วยรักษาให้เชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 มีชีวิตรอดยาวนานมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของณัฏฐิมา และคณะ (2557) ได้เก็บรักษาชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 สูตรผงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เชื้อแบคทีเรียยังคงมีชีวิตรอดได้ 15 เดือน โดยมีปริมาณของเชื้อแบคทีเรียเท่ากับ $4.3x10^7$ cfu/g และที่อุณหภูมิห้องเชื้อแบคทีเรียมีชีวิตรอดได้นาน 12 เดือน เหลือปริมาณของเชื้อแบคทีเรียเพียง $1.0x10^2$ cfu/g เช่นเดียวกันกับกฤติเดช และดุสิต (2559) ศึกษาชีวภัณฑ์เชื้อ *Bacillus subtilis* TU-Orga1 เก็บรักษาชีวภัณฑ์ในสภาพอุณหภูมิห้อง (28-33 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 และ 24 เดือน พบว่ามีปริมาณเชื้อคงเหลือประมาณ 10^{12} และ 10^{10} cfu/ml

การทดลองในปี 2564

4. การทดสอบอัตราการใช้และประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 จำนวน 5 อัตรา ทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้พันธุ์แวนด้าในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น 6 กรรมวิธี พ่นชีวภัณฑ์ทุก ๆ 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง พบว่ากรรมวิธีที่พ่นด้วยชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อัตรา 120 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคน้อยที่สุดเท่ากับ 31.03 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์อัตรา 100, 80 และ 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 31.97, 32.80 และ 33.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่พ่นด้วยชีวภัณฑ์อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 34.94 เปอร์เซ็นต์ และทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม) ซึ่งมีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคสูงสุดเท่ากับ 39.10 เปอร์เซ็นต์ (Table 4 และ Figure 3) และหลังจากหยุดพ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เป็นเวลา 7 และ 14 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นด้วยชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคน้อยกว่ากับกรรมวิธีพ่นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Akarapisan *et. al.* (2020) ได้ทำการพัฒนาชีวภัณฑ์ *Bacillus velezensis* SK71 มาควบคุม *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้พันธุ์นางกรวยในโรงเรือนทดลอง พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้พันธุ์นางกรวยถึง 53.34 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบเลี้ยงเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ลงในสูตรอาหารเหลว TSB, PSB, NGB, SDW และ CW เป็นเวลา 3 วัน มีปริมาณของเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 เพิ่มขึ้นมากที่สุดในอาหารเหลว CW และTSB เท่ากับ 2.18×10^9 และ 1.80×10^9 cfu/ml เมื่อนำเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 มาผสมลงในสารพา 2 ชนิด คือ ทาลคัม และเกาลิน ได้ชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 แบบผงจำนวน 8 สูตร เมื่อเก็บรักษาชีวภัณฑ์เป็นเวลา 15 เดือน พบว่าทุกกรรมวิธีการเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส มีประชากรของ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 คงเหลือเท่ากับ 10^7 cfu/ml ซึ่งมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่มีประชากรเหลือเพียง 10^4 cfu/ml สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้พันธุ์แวนด้าในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง พบว่ากรรมวิธีที่พ่นด้วยชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 อัตรา 120 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคน้อยที่สุดเท่ากับ 31.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ อัตรา 100, 80, 60 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 31.97, 32.80, 33.22 และ 34.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ที่มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคสูงสุดเท่ากับ 39.10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการป้องกันโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้พันธุ์แวนด้าในสภาพ

โรงเรือนปลูกพืชทดลอง ควรพ่นชีวภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท BVR-37 ก่อน ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาล และควรพ่นทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง สามารถช่วยป้องกันโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้พันธุ์แวนด้าในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองได้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2553. *โรคไม้ดอกไม้ประดับ*. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด นนทบุรี. 163 หน้า.

กฤติเดช อนันต์ และดุสิต อธินุวัฒน์. 2559. การพัฒนาชีวภัณฑ์จาก *Bacillus subtilis* TU-Orga1 เพื่อควบคุมโรคที่สำคัญของผักคะน้า. *ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 24(5): 793-812.

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. บูรณี พั่ววงษ์แพทย์ ทิพวรรณ กันหาญาติ และรุ่งนภา ทองเครั่ง. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 ในการควบคุมโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากเชื้อ *Ralstonia solanacearum*. *ว. กรมวิชาการเกษตร*. 32(3): 234-251.

รุ่งนภา ทองเครั่ง ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล บูรณี พั่ววงษ์แพทย์ และทิพวรรณ กันหาญาติ. 2559. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของกล้วยไม้สาเหตุจากแบคทีเรีย *Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae*. หน้า 718-724. *ใน* : *รายงานผลการวิจัยประจำปี 2559*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

เวทย์ นุชเจริญ. 2564. *สถานการณ์กล้วยไม้ไทย : หมดแรงกำลังอ่อนล้ารอการช่วยเหลือ*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/652057. (5 เมษายน 2564)

สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม. 2563. *สินค้ากล้วยไม้*. กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : https://www.ditp.go.th/contents_attach/597065/597065.pdf. (1 กันยายน 2564)

เหลืองพังงา (นามแฝง). 2552. ปัญหาโรคเน่าที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย. *ว. ข่าวสมาคมชาวสวนกล้วยไม้*. 8: 6-9.

Akarapisan, A., Khamtham, J., and Kositratana, W. (2020). Characterization of antagonistic–potential of *Bacillus velezensis* SK71 against bacterial brown spot on a terrestrial orchid (*Habenaria lindleyana*). *International Journal of Agricultural Technology*. 16(1): 1-18.

Miller, J.W. 1990. *Bacterial brown spot of orchid caused by Pseudomonas cattleyae.* Plant Pathology Circular. 330 p.

Muis, Amran. 2006. Biomass production and formulation of *Bacillus subtilis* for biological control. *Indonrsian . J. Agricutural Science.* 7(2): 51-56.

Table 1 *Bacillus subtilis* BVR-37 survival populations in five culture media for five days.

culture medium	Populations of *Bacillus subtilis* BVR-37 (cfu/ml)			
	2 days	3 days	4 days	5 days
TSB	6.98×10^8	**1.8×10^9**	3.6×10^8	4.01×10^7
PSB	2.11×10^8	2.84×10^8	3.53×10^7	4.8×10^6
NGB	4.47×10^7	1.95×10^8	3.22×10^7	5.19×10^6
SDW	5.17×10^7	5.92×10^7	4.34×10^6	4.30×10^6
CW	7.38×10^8	**2.18×10^9**	3.88×10^8	4.04×10^7

TSB: Tryptic Soy Broth, PSB: Wakimoto's medium, NGB: Nutrient Glucose Broth, SDW: Brown sugar and yeast extract, CW: Coconut Water

Table 2 The results of the selection of different carriers for the development of *Bacillus subtilis* BVR-37.

Carrier	Characteristics of the carrier			
	Color	Characteristics of the meat	Soluble in water*	Suspensions**
Talcum	white		2	3
Kaolin	creamy white	rough	1	2
Talcum+Potassium humate	dark brown to black	detailed	2	3
Kaolin+Potassium humate	dark brown to black	detailed	1	2
Talcum+amino acid	light brown to brown	crumbly	2	3
Kaolin+amino acid	light brown to brown	crumbly	1	2
Talcum+Potassium humate+amino acid	brown to dark brown	crumbly	2	3
Kaolin+Potassium humate+amino acid	brown to dark brown	crumbly	1	2

*Soluble in water 5 scale: 1, dissolves in 1-5 minutes 2, dissolves in 6-10 minutes 3, dissolves in 11-30 minutes 4, dissolves in 31-60 minutes and 5, No dissolves

**Suspensions silt in water 5 scale: 1, silt in 12 hours 2, silt in 31-60 minutes 3, silt in 11-30 minutes 4, silt in 6-10 minutes and 5, silt in 1-5 minutes

Table 3 The survival populations of *Bacillus subtilis* BVR-37 in bioproduct powder stored at room temperature and 4 °C at 15 months.

Bacillus subtilis BVR-37	Populations of *Bacillus subtilis* BVR-37 (cfu/ml)								
	0 month	1 months		2 months		3 months		4 months	
		4-8 °C	28-33 °C	4-8 °C	28-33 °C	4-8 °C	28-33 °C	4-8 °C	28-33 °C
1 (T1)	$2.71x10^{10}$	$2.10x10^{10}a$[1/]	$1.57x10^{10}a$	$1.63x10^{10}abc$	$2.34x10^{9}abc$	$2.61x10^{9}ab$	$1.52x10^{9}ab$	$1.86x10^{9}abc$	$1.13x10^{8}ab$
2 (T2)	$2.71x10^{10}$	$2.07x10^{10}a$	$1.70x10^{10}a$	$1.55x10^{10}abc$	$2.44x10^{9}ab$	$2.64x10^{9}ab$	$1.52x10^{9}ab$	$1.91x10^{9}ab$	$1.14x10^{8}ab$
3 (T3)	$2.61x10^{10}$	$2.10x10^{10}a$	$1.64x10^{10}a$	$1.73x10^{10}ab$	$2.49x10^{9}ab$	$2.76x10^{9}ab$	$1.57x10^{9}ab$	$1.96x10^{9}a$	$1.18x10^{8}a$
4 (T4)	$2.76x10^{10}$	$2.18x10^{10}a$	$1.70x10^{10}a$	$1.79x10^{10}a$	$2.59x10^{9}a$	$2.85x10^{9}a$	$1.65x10^{9}a$	$2.03x10^{9}a$	$1.18x10^{8}a$
5 (T5)	$2.58x10^{10}$	$2.00x10^{10}a$	$1.56x10^{10}a$	$1.43x10^{10}c$	$2.25x10^{9}bc$	$2.47x10^{9}b$	$1.43x10^{9}b$	$1.56x10^{9}d$	$1.07x10^{8}b$
6 (T6)	$2.59x10^{10}$	$1.98x10^{10}a$	$1.58x10^{10}a$	$1.47x10^{10}c$	$2.19x10^{9}bc$	$2.49x10^{9}ab$	$1.45x10^{9}b$	$1.59x10^{9}cd$	$1.08x10^{8}b$
7 (T7)	$2.64x10^{10}$	$1.88x10^{10}a$	$1.52x10^{10}a$	$1.55x10^{10}abc$	$2.06x10^{9}c$	$2.53x10^{9}ab$	$1.43x10^{9}b$	$1.64x10^{9}bcd$	$1.12x10^{8}ab$
8 (T8)	$2.59x10^{10}$	$1.97x10^{10}a$	$1.58x10^{10}a$	$1.50x10^{10}bc$	$2.16x10^{9}bc$	$2.56x10^{9}ab$	$1.46x10^{9}b$	$1.65x10^{9}bcd$	$1.12x10^{8}ab$
CV (%)		10.33	7.66	8.39	8.37	7.94	5.86	8.52	4.25

[1/] Column means not followed by the same letter are significantly different at the level of 95% by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

T1: Talcum, T2: Kaolin, T3: Talcum+Potassium humate, T4: Kaolin+Potassium humate, T5: Talcum+amino acid, T6: Kaolin+amino acid, T7: Talcum+Potassium humate+amino acid,

T8: Kaolin+Potassium humate+amino acid

Table 3 The survival populations of *Bacillus subtilis* BVR-37 in bioproduct powder stored at room temperature and 4 °C at 15 months (continue)

Bacillus subtilis BVR-37	Populations of *Bacillus subtilis* BVR-37 (cfu/ml)											
	5 months		6 months		7 months		8 months		9 months		10 months	
	อุณหภูมิ 4-8 °C	อุณหภูมิ 28-33 °C	อุณหภูมิ 4-8 °C	อุณหภูมิ 28-33 °C	อุณหภูมิ 4-8 °C	อุณหภูมิ 28-33 °C	อุณหภูมิ 4-8 °C	อุณหภูมิ 28-33 °C	อุณหภูมิ 4-8 °C	อุณหภูมิ 28-33 °C	อุณหภูมิ 4-8 °C	อุณหภูมิ 28-33 °C
1 (T1)	$1.86x10^{9}$abc	$1.03x10^{8}$ab	$1.39x10^{9}$ab	$0.94x10^{8}$b	$1.38x10^{9}$b	$2.53x10^{7}$abcd	$1.23x10^{9}$ab	$2.07x10^{7}$ab	$0.96x10^{9}$a	$1.05x10^{7}$ab	$0.75x10^{9}$a	$2.58x10^{6}$ab
2 (T2)	$1.82x10^{9}$abc	$1.06x10^{8}$ab	$1.41x10^{9}$ab	$0.96x10^{8}$ab	$1.38x10^{9}$b	$2.57x10^{7}$abc	$1.23x10^{9}$ab	$2.05x10^{7}$ab	$0.96x10^{9}$a	$1.04x10^{7}$ab	$0.77x10^{9}$a	$2.61x10^{6}$ab
3 (T3)	$1.89x10^{9}$ab	$1.16x10^{8}$ab	$1.45x10^{9}$ab	$1.01x10^{8}$a	$1.41x10^{9}$ab	$2.60x10^{7}$ab	$1.28x10^{9}$ab	$2.13x10^{7}$ab	$1.01x10^{9}$a	$1.06x10^{7}$ab	$0.81x10^{9}$a	$2.63x10^{6}$a
4 (T4)	$1.90x10^{9}$a	$1.20x10^{8}$a	$1.46x10^{9}$a	$1.02x10^{8}$a	$1.45x10^{9}$a	$2.63x10^{7}$a	$1.31x10^{9}$a	$2.18x10^{7}$a	$1.03x10^{9}$a	$1.10x10^{7}$a	$0.84x10^{9}$a	$2.68x10^{6}$a
5 (T5)	$1.80x10^{9}$c	$0.98x10^{8}$b	$1.38x10^{9}$b	$0.94x10^{8}$b	$1.36x10^{9}$b	$2.44x10^{7}$cd	$1.17x10^{9}$b	$1.99x10^{7}$b	$0.95x10^{9}$a	$0.99x10^{7}$b	$0.76x10^{9}$a	$2.50x10^{6}$b
6 (T6)	$1.79x10^{9}$c	$0.96x10^{8}$b	$1.38x10^{9}$b	$0.94x10^{8}$b	$1.36x10^{9}$b	$2.41x10^{7}$d	$1.18x10^{9}$b	$2.02x10^{7}$b	$0.93x10^{9}$a	$1.00x10^{7}$b	$0.75x10^{9}$a	$2.50x10^{6}$b
7 (T7)	$1.81x10^{9}$bc	$0.99x10^{8}$ab	$1.40x10^{9}$ab	$0.96x10^{8}$ab	$1.39x10^{9}$ab	$2.46x10^{7}$bcd	$1.22x10^{9}$ab	$2.05x10^{7}$ab	$0.95x10^{9}$a	$1.02x10^{7}$ab	$0.76x10^{9}$a	$2.57x10^{6}$ab
8 (T8)	$1.83x10^{9}$abc	$1.01x10^{8}$ab	$1.42x10^{9}$ab	$0.95x10^{8}$ab	$1.40x10^{9}$ab	$2.47x10^{7}$bcd	$1.24x10^{9}$ab	$2.06x10^{7}$ab	$0.97x10^{9}$a	$1.02x10^{7}$ab	$0.79x10^{9}$a	$2.58x10^{6}$ab
CV (%)	2.60	10.83	2.97	3.78	2.64	2.93	5.23	4.21	7.55	4.66	11.10	2.71

1/ Column means not followed by the same letter are significantly different at the level of 95% by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

T1: Talcum, T2: Kaolin, T3: Talcum+Potassium humate, T4: Kaolin+Potassium humate, T5: Talcum+amino acid, T6: Kaolin+amino acid, T7: Talcum+Potassium humate+amino acid,

T8: Kaolin+Potassium humate+amino acid

Table 3 The survival populations of *Bacillus subtilis* BVR-37 in bioproduct powder stored at room temperature and 4 °C at 15 months (continue)

Bacillus subtilis BVR-37	Populations of *Bacillus subtilis* BVR-37 (cfu/ml)									
	11 months		12 months		13 months		14 months		15 months	
	4-8 °C	28-33 °C	4-8 °C	28-33 °C	4-8 °C	28-33 °C	4-8 °C	28-33 °C	4-8 °C	28-33 °C
1 (T1)	$2.88x10^{8}$bc	$1.65x10^{6}$ab	$2.12x10^{8}$abc	$0.99x10^{6}$ab	$1.01x10^{8}$abc	$2.49X10^{5}$ab	$0.85x10^{8}$bc	$1.55X10^{5}$ab	$2.45X10^{7}$ab	$2.40X10^{4}$abc
2 (T2)	$2.87x10^{8}$bc	$1.62x10^{6}$abc	$2.13x10^{8}$abc	$0.99x10^{6}$ab	$1.00x10^{8}$abc	$2.45X10^{5}$abc	$0.86x10^{8}$abc	$1.52X10^{5}$ab	$2.49X10^{7}$ab	$2.42X10^{4}$abc
3 (T3)	$2.95x10^{8}$ab	$1.65x10^{6}$ab	$2.18x10^{8}$ab	$1.02x10^{6}$ab	$1.03x10^{8}$ab	$2.49X10^{5}$ab	$0.89x10^{8}$ab	$1.52X10^{5}$ab	$2.53X10^{7}$a	$2.52X10^{4}$ab
4 (T4)	$2.99x10^{8}$a	$1.72x10^{6}$a	$2.23x10^{8}$a	$1.04x10^{6}$a	$1.06x10^{8}$a	$2.51X10^{5}$a	$0.91x10^{8}$a	$1.59X10^{5}$a	$2.56X10^{7}$a	$2.57X10^{4}$a
5 (T5)	$2.84x10^{8}$c	$1.54x10^{6}$c	$2.02x10^{8}$c	$0.92x10^{6}$b	$0.93x10^{8}$cd	$2.28X10^{5}$d	$0.83x10^{8}$c	$1.42X10^{5}$b	$2.32X10^{7}$b	$2.23X10^{4}$bc
6 (T6)	$2.86x10^{8}$bc	$1.57x10^{6}$bc	$2.02x10^{8}$c	$0.93x10^{6}$b	$0.90x10^{8}$d	$2.34X10^{5}$cd	$0.86x10^{8}$abc	$1.48X10^{5}$ab	$2.34X10^{7}$b	$2.21X10^{4}$bc
7 (T7)	$2.90x10^{8}$abc	$1.60x10^{6}$bc	$2.07x10^{8}$bc	$0.96x10^{6}$ab	$0.95x10^{8}$bcd	$2.35X10^{5}$cd	$0.87x10^{8}$abc	$1.44X10^{5}$b	$2.43X10^{7}$ab	$2.17X10^{4}$c
8 (T8)	$2.90x10^{8}$abc	$1.58x10^{6}$bc	$2.07x10^{8}$bc	$0.97x10^{6}$ab	$0.95x10^{8}$bcd	$2.37X10^{5}$bcd	$0.87x10^{8}$abc	$1.46X10^{5}$ab	$2.44X10^{7}$ab	$2.33X10^{4}$bc
CV (%)	2.13	3.95	3.43	5.61	4.67	2.61	3.54	5.00	3.95	8.04

[1/] Column means not followed by the same letter are significantly different at the level of 95% by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

T1: Talcum, T2: Kaolin, T3: Talcum+Potassium humate, T4: Kaolin+Potassium humate, T5: Talcum+amino acid, T6: Kaolin+amino acid,

T7: Talcum+Potassium humate+amino acid, T8: Kaolin+Potassium humate+amino acid

Table 4 Efficiency for formula powder of *B. subtilis* BVS-37 to control brown spot disease of Vanda orchids was conducted in greenhouse.

Treatment	Disease Severity Index (%)						
	0 day	spray 7 days	spray 14 days	spray 21 days	spray 28 days	35 days	42 days
1.formula powder of *B. subtilis* BVS-37 50 g per 20 liters	0.00	22.57 c[1/]	27.15 b	32.15 c	34.94 b	36.57 c	38.12 b
2.formula powder of *B. subtilis* BVS-37 60 g per 20 liters	0.00	22.16 c	26.89 b	30.14 bc	33.22 ab	34.55 b	36.54 ab
3.formula powder of *B. subtilis* BVS-37 80 g per 20 liters	0.00	18.89 b	26.09 ab	28.68 ab	32.80 ab	33.84 ab	35.52 ab
4.formula powder of *B. subtilis* BVS-37 100 g per 20 liters	0.00	17.15 ab	25.00 ab	27.99 a	31.97 a	32.53 a	35.03 ab
5.formula powder of *B. subtilis* BVS-37 120 g per 20 liters	0.00	15.44 a	23.48 a	27.07 a	31.03 a	32.40 a	34.38 a
6.Sterile Water (control)	0.00	25.83 c	32.43 c	36.25 d	39.10 c	40.49 d	43.68 c
CV (%)	-	9.49	6.88	4.45	4.42	3.43	5.64

[1/] Column means not followed by the same letter are significantly different at the level of 95% by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

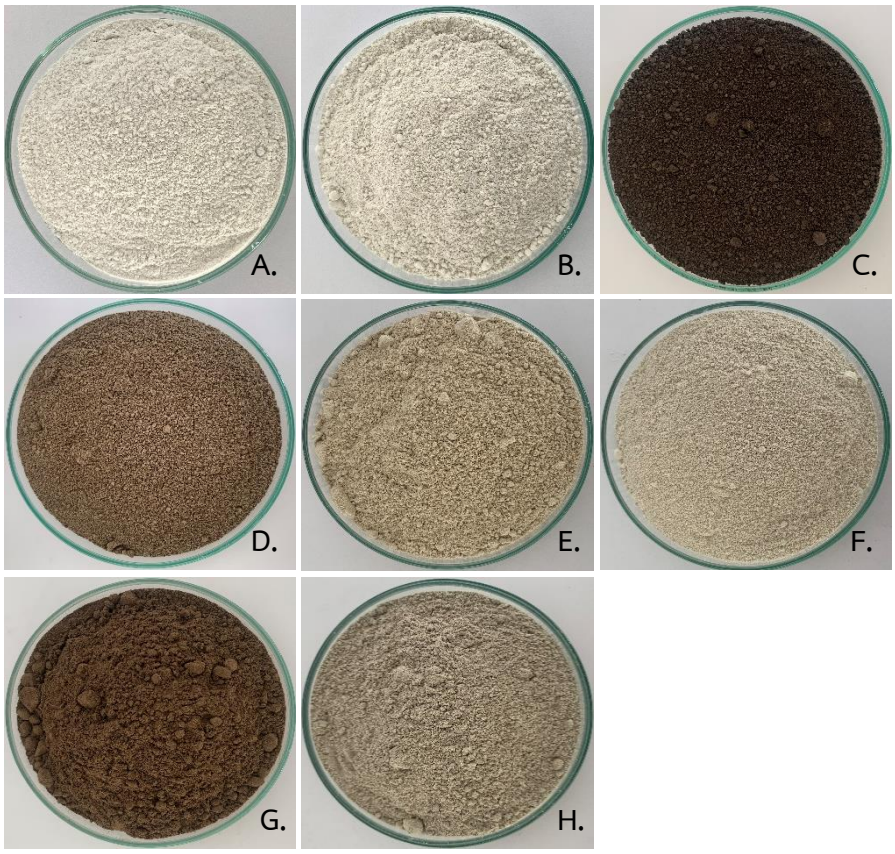


Figure 1 8 Characteristics of the formula powder of *B. subtilis* BVS-37

A. Talcum (T1) B. Kaolin (T2)

C. Talcum+Potassium humate (T3) D. Kaolin+Potassium humate (T4)

E. Talcum+amino acid (T5) F. Kaolin+amino acid (T6)

G. Talcum+Potassium humate+amino acid (T7)

H. Kaolin+Potassium humate+amino acid (T8)

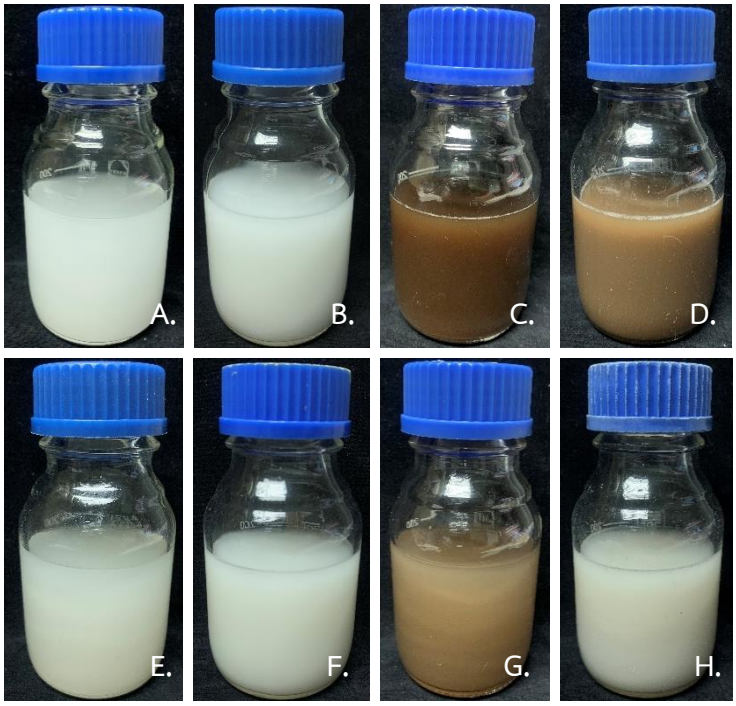


Figure 2 8 formula powder of *B. subtilis* isolate BVS-37 was mixed with H_2O rated at 0.5 g per 200 ml

A. Talcum (T1)
B. Kaolin (T2)
C. Talcum+Potassium humate (T3)
D. Kaolin+Potassium humate (T4)
E. Talcum+amino acid (T5)
F. Kaolin+amino acid (T6)
G. Talcum+Potassium humate+amino acid (T7)
H. Kaolin+Potassium humate+amino acid (T8)

Figure 3 Efficiency for formula powder of *B. subtilis* BVS-37 to control brown spot disease of Vanda orchids was conducted in greenhouse by spraying
Treatment 1 Spray formula powder of *B. subtilis* BVS-37 50 g per 20 liters
Treatment 2 Spray formula powder of *B. subtilis* BVS-37 60 g per 20 liters
Treatment 3 Spray formula powder of *B. subtilis* BVS-37 80 g per 20 liters

Figure 3 Efficiency for formula powder of *B. subtilis* BVS-37 to control brown spot disease of Vanda orchids was conducted in greenhouse by spraying (continue)
Treatment 4 Spray formula powder of *B. subtilis* BVS-37 100 g per 20 liters
Treatment 5 Spray formula powder of *B. subtilis* BVS-37 120 g per 20 liters
Treatment 6 Spray sterile water (control)

การพัฒนารูปแบบการผลิตและการใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai ต่อการควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้

The Development and application of Bioactive Compound from Luminescent Mushroom "Sirin Rassamee" *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai to Control of Black Rot in Orchids

สุรีย์พร บัวอาจ[1/] บุษราคัม อุดมศักดิ์[1/] มะลิดา ชูรินทร์[1/] รัศมี เหล็กพรม[2/]

[1/]กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

[2/]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Abstract

Black rot disease of orchids caused by *Phytopthora palmivora* (Butl.), is an important disease that could be infected many genera of orchids. The problems mentioned above, famer production of orchids often faces with prevention and elimination methods were not suitable. The biological control is an alternative management. Therefore, this research aims to developed application bioactive compounds from luminescent mushrooms for control black rot disease. The experiments were conducted during October 2018 - September 2021. Formulation of culture medium assay for increased bioactive compounds, the results shown that aurisin A was the highest in Potato Dextrose Broth (PDB) at 30 days. The luminescent mushrooms growth in Fermentor assay. It found that centrifugation was an appropriate method because O_2 enhanced increasing cell proliferation or bioactive compounds. The containers for the storage bioactive compounds from 3 type of laboratory glassware such as glass bottle, dark glass bottle, and clear plastic bottle. The results shown that dark glass bottles were storage concentration of aurisin A highest amount 106.35 g/L at 240 days. Preservatives of 0.2 % propinoic acid for storage bioactive compounds production process from luminescent mushrooms at

รหัสการทดลอง 03-05-59-02-02-00-11-62

300 days. The results shown that concentration of aurisin A with 3,162.64 g/L, it was a highest and not significantly compared with control treatment which concentration of aurisin A with 2,622.31 g/L at 300 days whereas, all concentrations of potassium metabisulfite (KMS) were found little aurisin A about 500 mg/L. The formulation of bioactive compounds for control black rot disease.

Keywords : orchid, luminescent mushroom, Black Rot Disease

บทคัดย่อ

โรคเน่าดำ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* (Butl.) เป็นโรคที่มีความสำคัญทำความเสียหายให้กับกล้วยไม้หลายสกุล ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกษตรกรไม่มีวิธีการป้องกันกำจัดที่เหมาะสม การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการใช้สารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรคเน่าดำในดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2561 – กันยายน 2564 การศึกษาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ พบว่า สาร aurisin A มีปริมาณมากที่สุดเมื่อเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่ 30 วัน การเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสงในถังหมัก (fermentor) พบว่าการปั่นเหวี่ยงเพื่อเพิ่ม O_2 เป็นวิธีที่เหมาะในการผลิตเชลล์หรือสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในปริมาณที่มากขึ้น ภาชนะบรรจุเพื่อเก็บรักษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง ทั้ง 3 แบบ คือ ขวดแก้ว ขวดแก้วสีชา และขวดพลาสติกใส พบว่า ขวดแก้วสีชา พบปริมาณสาร aurisin A มากที่สุด ถึง 106.35 g/L ที่ 240 วัน การใช้สารกันเสียในกระบวนการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง พบว่า กรดโพรพิโอนิค 0.20 เปอร์เซ็นต์ ที่ 300 วัน มีปริมาณสาร aurisin A มากที่สุด 3,162.64 g/L ไม่แตกต่างจากการกรรมวิธีไม่เติมสารกันเสีย ซึ่งพบปริมาณสาร aurisin A 2,622.31 g/L ที่ 300 วัน ส่วนการเติมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ทุกความเข้มข้นพบปริมาณสาร aurisin A น้อยมากประมาณ 500 mg/L ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในรูปแบบที่พัฒนาในการควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ เริ่มทำการทดสอบระหว่างเดือนธันวาคม 2564 – ธันวาคม 2564 ณ โรงเรือนทดสอบ กลุ่มวิจัยโรคพืช วางแผนการทดลอง RCB จำนวน 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ พบว่า กรรมวิธีพ่นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ+กรดโพรพิโอนิค 0.20 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีพ่นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไม่เติมสารกันเสีย และกรรมวิธีพ่นสารเคมี metalaxyl + mancozeb 8+64% WP อัตรา 25 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า

คำหลัก : กล้วยไม้, เห็ดเรืองแสง, โรคเน่าดำ

คำนำ

กล้วยไม้ (orchid) จัดอยู่ในวงศ์ Orchidaceae ถือเป็นหนึ่งในสินค้าที่สำคัญทางเศรษฐกิจและเป็นสัญลักษณ์ของประเทศไทย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) ตลาดกล้วยไม้โลกมีมูลค่าประมาณ 400 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ส่วนใหญ่เป็นกล้วยไม้เขตร้อน ผู้ส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เวียดนาม จีน และอิตาลี คิดเป็นร้อยละ 64.38 ของการส่งออก รวมประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกดอกกล้วยไม้อันดับ 1 ของโลก พันธุ์กล้วยไม้ของประเทศไทยที่ส่งออกก ได้แก่ สกุลหวาย อะแรนด้า อะแรคนิส ออนซิเดียม และแวนดา (ปรางนุช, 2561) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) เปิดเผยว่าการส่งออกกล้วยไม้ ปี 2554-2559 ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่จะส่งออกให้ได้ 10,000 ล้านบาท ทั้งนี้สาเหตุหลักมาจากปัญหาน้ำท่วมในปี 2554 และภัยแล้งต่อเนื่อง 4-5 ปี รวมทั้งปัญหาของน้ำเค็ม และประสบปัญหาด้านโรคพืชและแมลง ซึ่งทำให้ผลผลิตของกล้วยไม้ลดลงและไม่ได้มาตรฐาน (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2561; กรมวิชาการเกษตร, 2547) โรคเน่าดำ (Black rot) หรือโรคยอดเน่า หรือโรคเน่าเข้าไส้ ที่เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Phytophthora palmivora* (Butl.) เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สำคัญสามารถทำลายกล้วยไม้ได้ได้ทุกระยะการเจริญเติบโต (Uchida, 1994) และระบาดรุนแรงในช่วงฤดูฝนตกชุก หรือช่วงปลายฝนต้นหนาว หรือโรงเรือนที่มีความชื้นสูง ทำความเสียหายให้กับกล้วยไม้ได้หลายสกุล เช่น แวนดา ทีเอ็มเอ อะแรนคริสติน แคทลียา มอลคารา และกล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวาย เป็นต้น อาการของโรคคือ เกิดจุดกลมฉ่ำน้ำสีน้ำตาล จากนั้นแผลจะลุกลามขยายทำให้ใบเน่าดำ เริ่มจากปลายใบลุกลามมาโคนใบ ลำลูกกล้วย หรือลำต้น ส่วนอาการที่รากจะเหี่ยว ส่งผลให้ต้นกล้วยไม้เหลืองและเหี่ยวอย่างรวดเร็ว หากเข้าทำลายภายในลำต้นทำให้เกิดอาการเน่าที่เรียกว่า “เน่าเข้าไส้” กล้วยไม้จะใบเหลืองและทิ้งใบ ถ้าหากเกิดกับลูกกล้วยไม้จะทำให้ตายทั้งกระถางในเวลาอันรวดเร็ว (นิยมรัฐ, 2544) การป้องกันกำจัดโรคเน่าดำของกล้วยไม้ เกษตรกรนิยมใช้สารเคมีประเภทดูดซึม เช่น fosetyl-Al และ metalaxyl ซึ่งเมื่อมีการใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานมีผลทำให้เชื้อสาเหตุโรคเกิดการดื้อต่อสารเคมี ดังนั้นการนำวิธีการอื่นที่ปลอดภัยมาใช้ จึงเป็นแนวทางที่ควรให้ความสำคัญ สุรีย์พร (2550) ได้รายงานว่าสารออกฤทธิ์ที่ได้จากเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* มีผลต่อเชื้อราชั้นต่ำสาเหตุโรคพืชในสกุล Pythium และ Phytopthora สุรีย์พร (2554) ได้นำสารบริสุทธิ์ที่แยกจากเห็ดเรืองแสง จำนวน 3 ไอโซเลท (PW1, PW2 และ KKU) มาวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของสารด้วยวิธีการทางเคมี และแปรผลด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารพบสารพิษชนิดใหม่ในกลุ่ม aristolane sesquiterpenes จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ nambinone A, B และ C และ 1-epi-nambinone B กลุ่ม sesquiterpenes ชนิดใหม่ คือ nambinone D กลุ่ม dimeric sesquiterpenes ชนิดใหม่ได้แก่ aurisin K และสารที่พบปริมาณมากที่สุดในเห็ดเรืองแสงทั้ง 3 ชนิด คือ สาร aurisin A ต่อมา สุรีย์พร และคณะ (2560) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีในการควบคุมโรคเน่าดำของกล้วยไม้ที่มีสาเหตุเกิดจากเชื้อ *P. palmivora* พบว่าทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการสร้าง sporangium ได้ดี ไม่แตกต่างกับที่ใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP และมี

ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคในสภาพโรงเรือนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกรรมวิธีเปรียบเทียบ ดังนั้นเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับเกษตรกร และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จึงสนใจขยายผลการนำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง มาพัฒนารูปแบบการใช้ในการควบคุมโรคเน่าดำ ซึ่งจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์ของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงได้อย่างถูกต้อง และพัฒนาต่อไปเพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี อันจะเป็นแนวทางในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai ไอโซเลต PW2
2. เชื้อรา *Phytophthora palmivora* จากศูนย์เก็บเชื้อ culture collections กลุ่มงานวิทยาไมโค กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
3. กล้วยไม้สกุลแวนดา
4. สารเคมีที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์ เช่น เอทิลอะซีเตต (ethyl acetate, EtOAc)
5. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เช่น จานอาหารเลี้ยงเชื้อ หลอดทดสอบ ตู้เขี่ยเชื้อ ฯลฯ
6. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เช่น จานอาหารเลี้ยงเชื้อ กล่องชื้น หลอดทดสอบ ตู้เขี่ยเชื้อ และเครื่อง rotary evaporator ฯลฯ
7. ห้องบ่มก้อนเชื้อเห็ด
8. โรงเรือนปลูกกล้วยไม้

วิธีการ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> *<u>รูปแบบการผลิตสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้</u>*

เชื้อเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2559 สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี องค์ประธานโครงการ อพ.สธ. ทรงโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อเห็ดเรืองแสงชนิดนี้ว่า “**เห็ดสิรินรัศมี**” เนื่องจากเห็ดชนิดนี้ได้มีการสำรวจพบในเขตพื้นที่ของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ที่โคกภูตากา อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี ได้มีการศึกษาวิจัยถึงการบ่งชี้และการนำไปใช้ประโยชน์โดยเฉพาะด้านเพื่อเป็นการสนองพระราชดำริโครงการ อพ.สธ. ในด้านการปกปักพันธุกรรมพืชและการใช้ประโยชน์

เชื้อรา *Phytophthora palmivora* จากศูนย์เก็บเชื้อ culture collections กลุ่มงานวิทยาไมโค กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

<u>การทดลองที่ 1.</u> ศึกษาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ให้ได้มากที่สุด

โดยวางแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 เลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose Broth (PDB) 15 วัน

กรรมวิธีที่ 2 เลี้ยงบนอาหาร Yeast Malt Glucose (YMG) 15 วัน

กรรมวิธีที่ 3 เลี้ยงบนอาหาร Malt Extract Broth (MEB) 15 วัน

กรรมวิธีที่ 4 เลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose Broth (PDB) 30 วัน

กรรมวิธีที่ 5 เลี้ยงบนอาหาร Yeast Malt Glucose (YMG) 30 วัน

กรรมวิธีที่ 6 เลี้ยงบนอาหาร Malt Extract Broth (MEB) 30 วัน

วิธีปฏิบัติการทดลอง นำเชื้อเห็ดเรืองแสง ไอโซเลท PW2 มาเลี้ยงบนอาหาร potato dextose agar (PDA) เป็นเวลา 7 วัน แล้วใช้ cork borrer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร เจาะวุ้นตรงปลายเส้นใยของเชื้อรา จำนวน 5 ชิ้น ลงในอาหารเหลว ตามกรรมวิธีที่วางไว้ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 และ 30 วัน จากนั้นเก็บน้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate)

การบันทึกข้อมูล เมื่อครบ 15 และ 30 วัน วัดปริมาณสาร aurisin A ในแต่ละกรรมวิธีโดยเครื่องโครมาโทกราฟชนิดของเหลวประสิทธิภาพสูง (HPLC) คอลัมน์ ZORBAX Eclipse XDB-C8 ขนาด 4.6 มิลลิเมตร × 150 มิลลิเมตร บรรจุอนุภาคขนาด 5 ไมโครเมตร Flow rate 0.7 มิลลิลิตรต่อนาที Detector ที่ UV 331 นาโนเมตร

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสงในถังหมัก (fermentor)

ใช้ถังแบบ Non-stirred, aerated (ไม่มีการกวน และให้อากาศ) เพื่อเลี้ยงเชื้อให้ได้ปริมาณมาก ๆ โดยศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการหมัก ได้แก่ สภาวะในการหมัก (Parameter) เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง การให้อากาศ อัตราการไหลของสารเข้าสู่ถังหมัก เป็นต้น

ขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมเชื้อเห็ดเรืองแสงให้บริสุทธิ์

2. เตรียมหัวเชื้อเห็ดเรืองแสง (Inoculum) โดยเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสงบนอาหารเหลวสูตร PDB ปริมาตร 5 มิลลิลิตร

การบันทึกข้อมูล เก็บข้อมูลปัจจัยที่เหมาะสมในการหมัก เช่น อุณหภูมิที่เหมาะสม ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง การให้อากาศ อัตราการไหลของสารเข้าสู่ถังหมัก และปริมาณสาร aurisin A หลังการหมัก

การทดลองที่ 3 ศึกษาภาชนะบรรจุเพื่อเก็บรักษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง

โดยวางแผนการทดลอง CRD ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี 7 ซ้ำๆ ละ 2 ขวด

กรรมวิธีที่ 1 เก็บน้ำคั้นเชื้อในขวดแก้ว

กรรมวิธีที่ 2 เก็บน้ำคั้นเชื้อในขวดแก้วสีชา

กรรมวิธีที่ 3 เก็บน้ำคั้นเชื้อในขวดพลาสติกใส

วิธีปฏิบัติการทดลอง นำเชื้อเห็ดเรืองแสง มาเลี้ยงบนอาหาร Potato Dextose Agar (PDA) เป็นเวลา 7 วัน แล้วใช้ cork borrer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร เจาะวุ้นตรงปลายเส้นใย

ของเชื้อรา จำนวน 5 ชิ้น ลงในอาหาร Potato Dextrose Broth (PDB) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 365 วัน (12 เดือน)

การบันทึกข้อมูล เก็บน้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) หรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงที่ได้ ทุก 60 วัน จำนวน 5 ครั้ง เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ และปริมาณสาร aurisin A ในแต่ละกรรมวิธี

การทดลองที่ 4 ศึกษาชนิดและระดับการใช้สารกันเสียในกระบวนการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

โดยวางแผนการทดลอง CRD ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 0.5 กรัม/ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 0.10 กรัม/ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 0.15 กรัม/ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 กรดโพรพิโอนิค 0.15 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 5 กรดโพรพิโอนิค 0.20 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 6 กรดโพรพิโอนิค 0.25 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 7 ไม่เติมสารกันเสียในสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

วิธีปฏิบัติการทดลอง นำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงที่ได้จากการหมักในถังหมัก (fermenter) จำนวน 600 มิลลิลิตรต่อภาชนะบรรจุ จากนั้นเติมสารกันเสียตามกรรมวิธีที่วางไว้ บ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 300 วัน (10 เดือน)

การบันทึกข้อมูล เก็บน้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) หรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงที่ได้ ทุก 60 วัน จำนวน 6 ครั้ง เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ และปริมาณสาร aurisin A ในแต่ละกรรมวิธี

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในรูปแบบที่พัฒนาในการควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้

โดยวางแผนการทดลอง RCB ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ+กรดโพรพิโอนิค 0.20 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไม่เติมสารกันเสีย

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูตรเลี้ยงในกากน้ำตาล

กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารเคมี metalaxyl + mancozeb 8+64% WP อัตรา 25 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 พ่นน้ำเปล่า (control + ใส่เชื้อ *P. palmivora*)

วิธีปฏิบัติการทดลอง หยด tween 80 จำนวน 1-2 หยด ผสมกับสารทดสอบที่เตรียมไว้ จากนั้นพ่นสารทดสอบให้ทั่วบริเวณใบและยอดกล้วยไม้สกุลแวนดาด้วยเครื่องสารที่วัดแรงดันได้ ทิ้งไว้

ให้แห้ง จึงทำการปลูกเชื้อรา *P. palmivora* ด้วยวิธี tooth's method ที่ใบของกล้วยไม้ จำนวน 10 ใบ/ต้น บ่มเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นพ่นสารทดสอบซ้ำทุก 3 วัน จำนวน 3 ครั้ง

การบันทึกข้อมูล check การเกิดโรค โดยวัดขนาดของแผลบนใบกล้วยไม้สกุลแวนดา (เซนติเมตร) หลังพ่นที่ 3, 5, 7 และ 9 วัน หรือเมื่อปรากฏอาการของโรคชัดเจน

การวิเคราะห์ข้อมูล นำค่าวัดขนาดของแผลบนใบกล้วยไม้ ไปวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยวิธีที่เหมาะสม

เวลาและสถานที่

เริ่ม ตุลาคม 2562 สิ้นสุด ธันวาคม 2564

ห้องปฏิบัติการ และโรงเรือนทดลอง กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช และภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสงเพื่อเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ให้ได้มากที่สุด พบว่าอาหารสูตร PDB และ YMG เส้นใยเห็ดเรืองแสงเจริญดี ส่วนอาหาร MEB เส้นใยเจริญได้ไม่ดี ผลการวัดค่าสาร aurisin A โดยเครื่องโครมาโทกราฟชนิดของเหลวประสิทธิภาพสูง (HPLC) ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง หากต้องการสารออกฤทธิ์ในรูปสารสกัดหยาบ (crude EtOAc) และสาร aurisin A ในรูปผงสกัดที่บริสุทธิ์ ควรเลี้ยงในอาหาร PDB ที่ 30 วัน ซึ่งได้สาร aurisin A ปริมาณมากที่สุด (Table 1 และ Figure 1-2) ส่วนการศึกษาการเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสงในถังหมัก (fermentor) พบว่า การปั่นเหวี่ยงเพื่อเพิ่ม O_2 เป็นวิธีที่เหมาะในการผลิตเซลล์หรือสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในปริมาณที่มากขึ้น

การศึกษาภาชนะบรรจุเพื่อเก็บรักษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง ทั้ง 3 แบบ คือ ขวดแก้ว ขวดแก้วสีชา และขวดพลาสติกใส พบว่า ข้อมูลทางกายภาพของการเก็บสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง ในขวดแก้วมีลักษณะการเจริญของเส้นใยสีขาวของเห็ดเรืองแสงแผ่เต็มบนผิวอาหารแต่ไม่เจริญตามขอบขวดเหมือนการเก็บสารในขวดพลาสติกใส ขวดแก้วสีชา ลักษณะสีของสารออกฤทธิ์มีสีเข้มที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 ภาชนะที่ทดสอบ แต่ไม่มีการเจริญของเส้นใยบนผิวอาหารและตามขอบขวด (Figure 3) ส่วนข้อมูลผลการวิเคราะห์หาปริมาณสาร aurisin A หลังเก็บในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน พบว่า การเก็บรักษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงในขวดแก้วสีชามีปริมาณสาร aurisin A มากที่สุด โดยเฉพาะที่ 240 วัน พบปริมาณสารมากถึง 106.35 g/L การศึกษาชนิดและระดับการใช้สารกันเสียในกระบวนการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง พบว่า กรดโพรพิโอนิค 0.20 เปอร์เซ็นต์ ที่ 300 วัน มีปริมาณสาร aurisin A มากที่สุด 3,162.64 g/L ไม่แตกต่างจากการกรรมวิธีไม่เติมสารกันเสีย ซึ่งพบปริมาณสาร aurisin A 2,622.31 g/L ที่ 300 วัน ส่วนการเติมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) ทุกความเข้มข้นพบปริมาณสาร aurisin A น้อยมากประมาณ 500 mg/L ดังนั้น การเก็บรักษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง ไม่

จำเป็นต้องใส่สารกันเสีย ก็สามารถเก็บสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงได้นานถึง 10 เดือน (Figure 4) และควรเก็บสารในขวดสีชา

การทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในรูปแบบที่พัฒนาในการควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ โดยวางแผนการทดลอง RCB จำนวน 5 ซ้ำ 4 พบว่า กรรมวิธีพ่นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ+กรดโพรพิโอนิค 0.20 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีพ่นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพไม่เติมสารกันเสีย ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีพ่นสารเคมี metalaxyl + mancozeb 8+64% WP อัตรา 25 กรัม/น้ำ 20 ลิตร แต่จะแตกต่างจากกรรมวิธีเปรียบเทียบพ่นน้ำเปล่า (Table 2 และ Figure 5-6)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสง ที่เหมาะสมสำหรับเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ให้ได้มากที่สุด คือ PDB ซึ่งเป็นสูตรหารอาหารที่เส้นใยเห็ดเรืองแสงเจริญดี ไม่แตกต่างจากอาหาร YMG ตามที่ต่างประเทศได้รายงานว่าเห็ดเรืองแสงจะสร้างสารออกฤทธิ์ได้มากในอาหารลี้ยงเชื้อ YMG ในทางปฏิบัติซึ่งเป็นข้อดีที่เชื้อเห็ดเรืองแสงสามารถเจริญและสร้างสาร aurisin A ได้ดีในอาหารสูตรพื้นฐานเนื่องจากทำง่าย ประหยัดต้นทุน และในอนาคตเกษตรกรสามารถทำเองได้ จากผลการวัดค่าสาร aurisin A โดย HPLC ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง หากต้องการสารออกฤทธิ์ในรูปสารสกัดหยาบ (crude EtOAc) และสาร aurisin A ในรูปผงสกัดที่บริสุทธิ์ ควรเลี้ยงในอาหาร PDB ที่ 30 วัน ส่วนการเก็บรักษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง ไม่จำเป็นต้องใส่สารกันเสีย ได้นานถึง 10 เดือน และควรเก็บสารในขวดสีชา ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในรูปแบบที่พัฒนาในการควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ พบว่าการใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในโดยไม่เติมสารกันเสีย มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับวิธีพ่นสารเคมี metalaxyl + mancozeb 8+64% WP อัตรา 25 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. *เอกสารวิชาการกล้วยไม้*. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 152 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. *ทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้เพื่อการส่งออกปี 2544*. กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ. กรุงเทพฯ. 655 หน้า.

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (16 สิงหาคม 2561). รอบรู้เศรษฐกิจ ตามติดตลาดโลก. กรุงเทพธุรกิจ , หน้า 5.

นิยมรัฐ ไตรศรี. 2544. *คู่มือโรคไม้ดอกไม้ประดับและการป้องกันกำจัด*. กลุ่มงานวิจัยโรคพืชผักไม้ดอกและไม้ประดับ, กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 90 หน้า.

ปรางนุช เลิศหิรัณย์. 2561. *สินค้ากล้วยไม้*. สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม. กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.ditp.go.th/ (7 พฤษภาคม 2562).

สุรีย์พร บัวอาจ. 2550. ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนไรโบโซมอลดีเอ็นเอของเห็ดเรืองแสง และผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดต่อไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita* Chitwood). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 126 หน้า.

สุรีย์พร บัวอาจ. 2554. ผลของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง (*Neonothopanus nambi* Speg.) ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita* Chitwood) และสิ่งที่มีชีวิตนอกเป้าหมาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 75 หน้า.

สุรีย์พร บัวอาจ บุษราคัม อุดมศักดิ์ และรุ่งนภา คงสุวรรณ์. 2560. การควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* (Butl.) โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* (Speg.). หน้า 885-903. *ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2560*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

Uchida, J. Y. 1994. Diseases of Orchids in Hawaii. *Plant Disease*. 78: 220-224.

Table 1 Comparison on the bioactive compound extraction (aurisin A) from culture medium Potato Dextrose Broth (PDB), Yeast Malt Glucose (YMG) and Malt Extract Broth (MEB) at 15 and 30 days.

Treatment	Crude EtOAc extract (g)	Total Aurisin A (g)	Peak area of Aurisin A (mAU)
PDB for 15 days	0.1163 c	0.0466 b	1404.27 ab
YMG for 15 days	0.1466 b	0.0375 bc	784.31 c
MEB for 15 days	0.0462 d	0.0213 cd	1666.58 ab
PDB for 30 days	0.2061 a	0.0728 a	1246.75 bc
YMG for 30 days	0.0727 d	0.0202 d	882.06 c
MEB for 30 days	0.0741 d	0.0366 bcd	1836.48 a
F-test	**	**	**
C.V.(%)	20.15	30.92	27.00

Means followed by the same letter are not significant different (P>0.01, DMRT).

Table 2 Efficacy of bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* for Controlling Black Rot disease of Orchids in greenhouse.

Treatment	Size of the wound (cm)[1/] before spraying			
	1st	2nd	3rd	4th
1. bioactive compounds + propionic acid 0.20%	1.19b	1.41b	1.45a	1.68a
2. only bioactive compounds	1.40b	1.50b	1.66a	1.69a
3. bioactive compounds production from molasses	1.40b	1.59b	1.90a	2.54a
4. metalaxy +macozeb 8%+64% WG	0.51a	1.84a	1.09a	1.59a
5. Untreated	2.68c	5.40c	9.90b	13.78b
C.V.(%)	37.32	27.49	35.22	13.73

Means followed by the same letter are not significant different (P>0.05, DMRT).

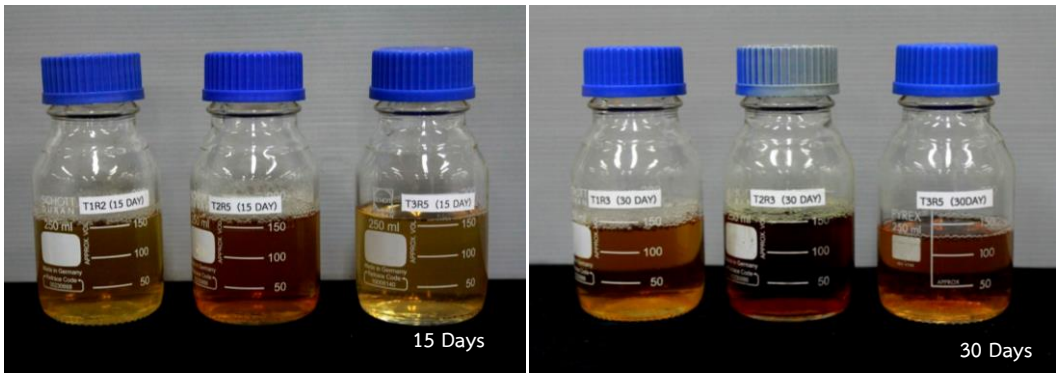


Figure 1 The culture filtrate at 15 and 30 days

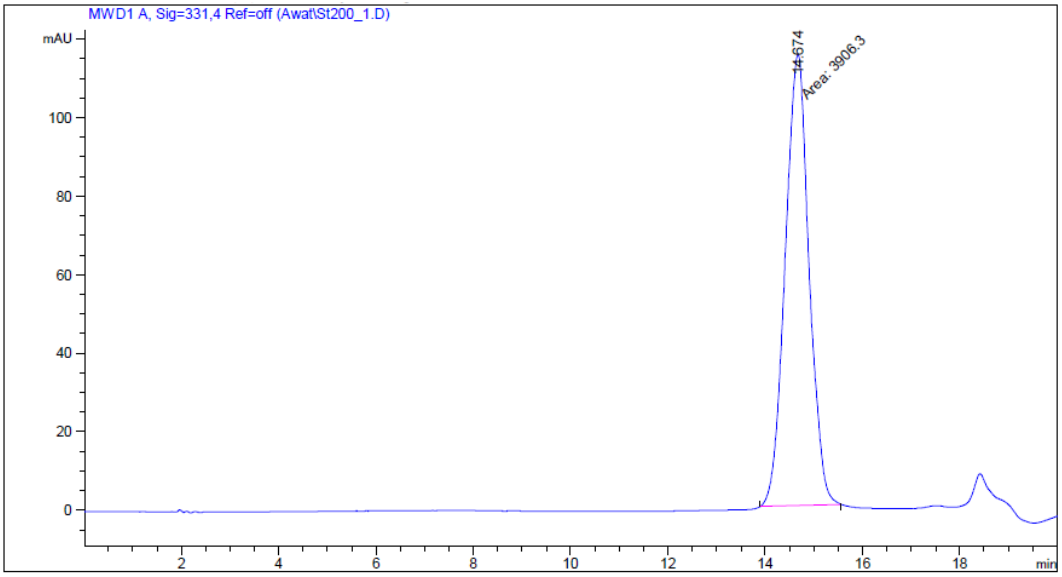


Figure 2 HPLC chromatograms of the standard (Aurisin A) recorded at 331 nm, 200 ppm in MeOH

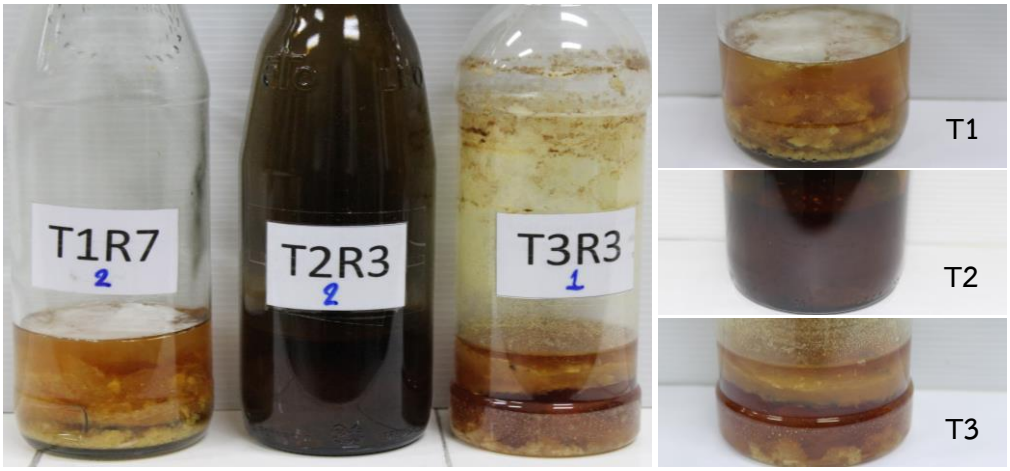


Figure 3 Study of containers for storage of bioactive compounds from luminescent mushroom “Sirin Rassamee”

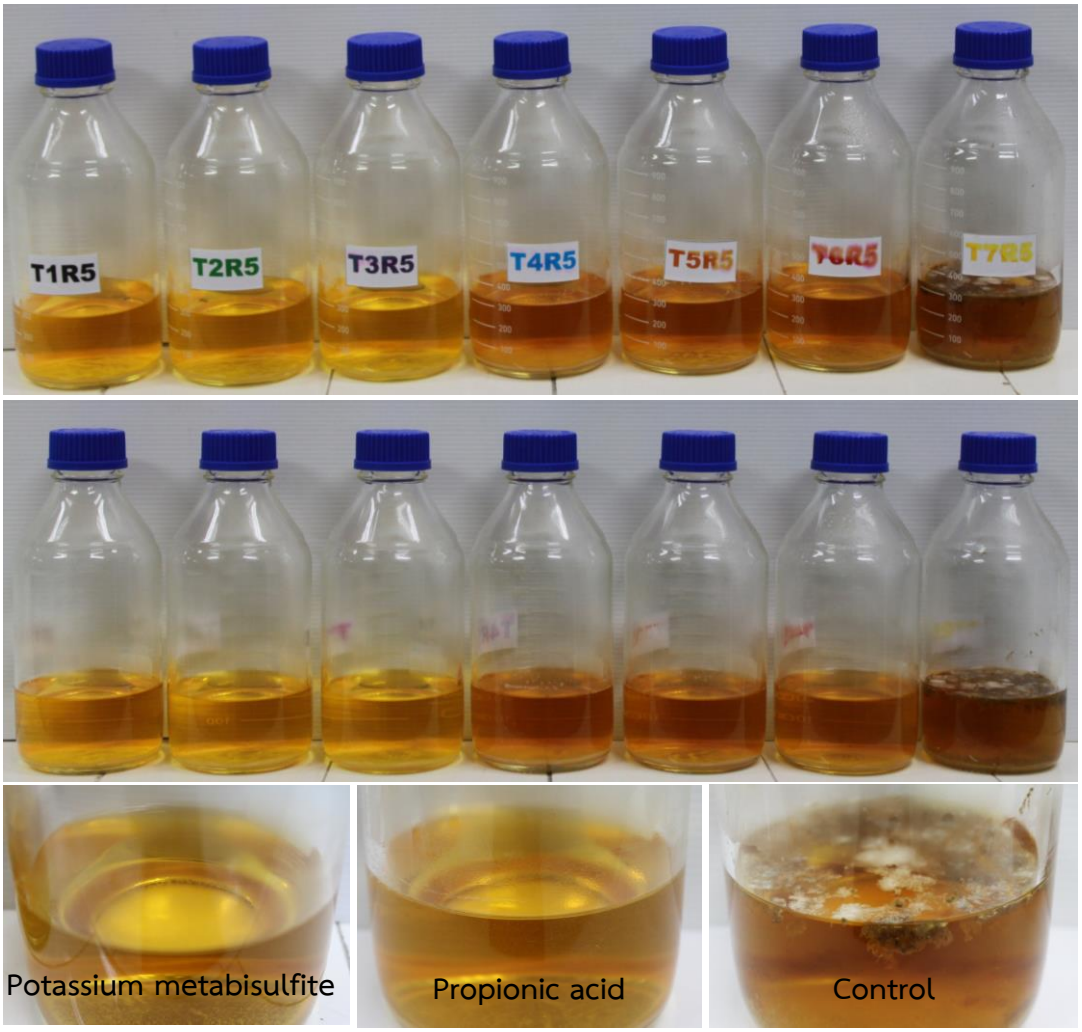


Figure 4 Study on types and levels of preservatives in bioactive compounds from luminescent mushroom "Sirin Rassamee"

Figure 5 Inoculation of *Phytophthora palmivora* by tooth's method in orchid

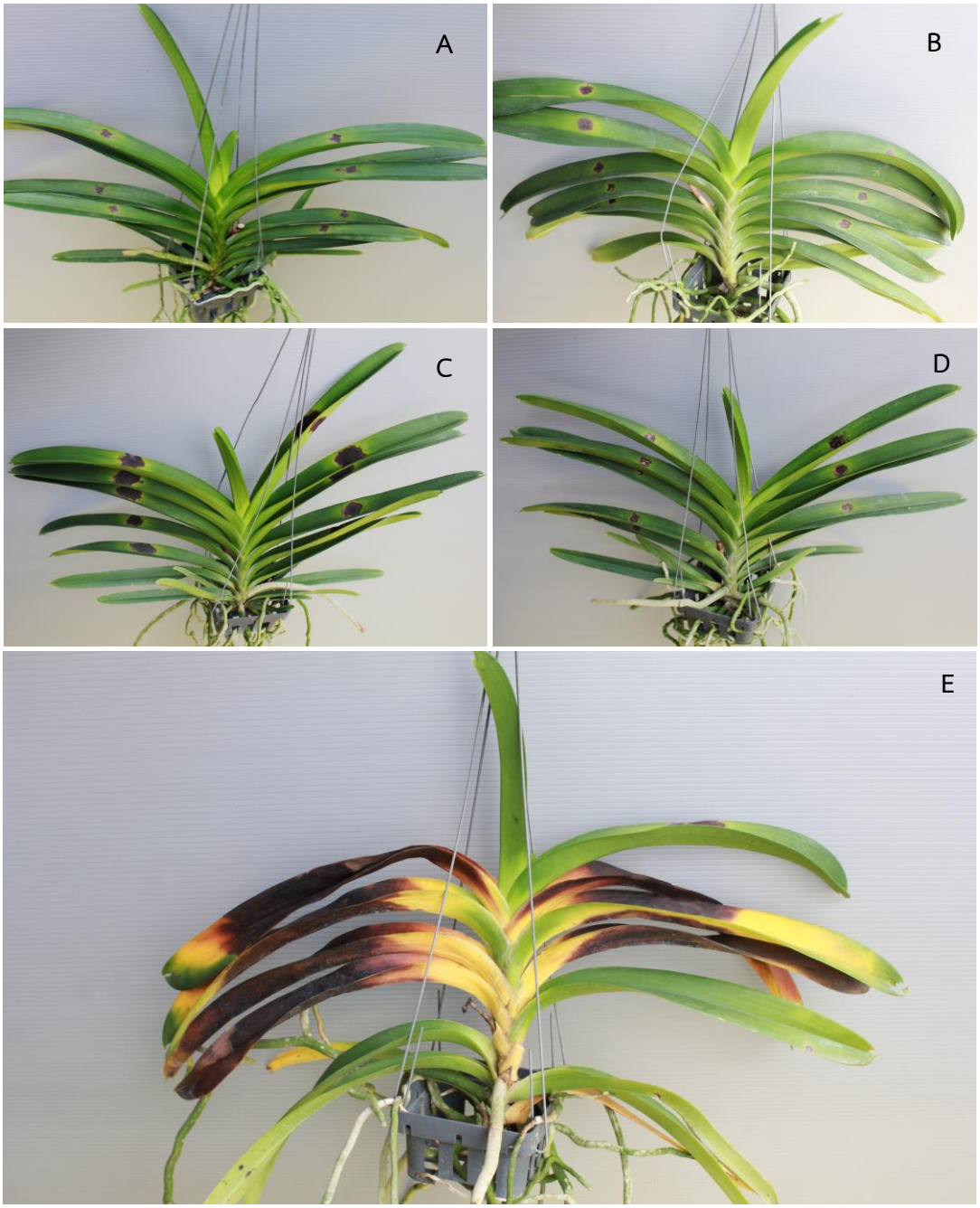


Figure 6 Efficacy of bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* for Controlling Black Rot disease of Orchids in greenhouse were evaluated at 9 days by tooth's method

A: bioactive compounds + propionic acid 0.20%

B: only bioactive compounds

C: bioactive compounds production from molasses

D: metalaxy +macozeb 8%+64% WG

E: Untreated

ศักยภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai ในการควบคุมโรครากเน่า และ โคนเน่าของทุเรียน ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytopthora palmivora* (Butler) Butler

The Potential of Bioactive Compounds from Luminescent Mushrooms *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai in The Control of Durian Stem and Root Rot Caused by *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler

สุรีย์พร บัวอาจ[1/] บุษราคัม อุดมศักดิ์[1/] มะลิดา ชูรินทร์[1/] มาลัยพร เชื้อบัณฑิต[2/] นิภาภรณ์ ชูสีนวน[3/] สุธาสินี จันทร์แจ่มใส[3/] นพวรรณ นิลสุวรรณ[4/] จิตรานุช เรืองกิจ[5/]

[1/]กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยและพัฒนาอารักขาพืช

[2/]ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน

[3/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7

[4/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8

[5/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยะลา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8

Abstract

Root rot and stem rot disease of durian caused by *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler, is an important disease. The problems had been serious for long time from the past to the present. Famer production of durian often faces with prevention and elimination methods were not suitable. The biological control is an alternative management. Therefore, this research aims to developed application bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai for control root rot and stem rot disease. Field experiment I was conducted during September 2020 - September 2021 at Chaiya district, Suratthani Province and field experiment II was conducted during December 2020 - December 2021 at Than To district, Yala Province. The experiments were designed in RCB with 4 treatment and 5 replications. The treatments were application of 100 % of culture filtrate mixed with iron oxide ratio 1:1, iron oxide mixed with water ratio 1:1, metalaxyl 25% WP at the rate of 50 g/ 1 L of water compared with untreated control (water). The results shown that 100 % of culture filtrate mixed with iron oxide ratio 1:1,

รหัสการทดลอง 03-05-59-02-02-00-12-62

the wound was dry, non-ooze or gummy substance on the bark, and the wound non spreading. When chipping on the bark the wound was dry and the wood was normal.This treatment non-significantly with metalaxyl 25% WP at the rate of 50 g/ 1 L of water but significantly with iron oxide mixed with water ratio 1:1 and untreated control. Ooze or gummy substance flowing from the bark when chipping on the bark the infection was spreading from the marker, and the results were consistent with 2 experiments. The efficacy of aurisin A extract to control fruit rot disease. Spraying aurisin A concentration 1,000 mg/L at the rate of 100 ml/fruit and luminescent mushrooms were growth in molasses medium assay concentration 100 % at the rate of 100 ml/fruit, were effective in controlling fruit rot on durian.

Keywords : Durian, Luminescent Mushrooms, Stem and Root Rot

บทคัดย่อ

ปัญหาที่สำคัญของทุเรียนที่เกษตรกรประสบ คือ โรครากเน่าและโคนเน่า สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Phytopthora palmivora* Butler เป็นปัญหาเกิดขึ้นเรื้อรังมายาวนานและสร้างความเสียหายตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเกษตรกรไม่มีวิธีการป้องกันกำจัดที่เหมาะสม การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง ในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียน โดยดำเนินการทดลองแปลงที่ 1 ณ อ.ไชยา จ. สุราษฎร์ธานี เริ่มทำการทดสอบระหว่างเดือนกันยายน 2563 – กันยายน 2564 แปลงที่ 2 ณ อ.ธารโต จ. ยะลา เริ่มทำการทดสอบระหว่างเดือนธันวาคม 2563 – ธันวาคม 2564 วางแผนการทดลอง RCB จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีใช้น้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) ความเข้มข้น 100% ผสมสีฝุ่น (iron oxide) อัตรา 1:1 กรรมวิธีสีฝุ่นเพียงอย่างเดียว ผสมน้ำ อัตรา 1:1 กรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร และน้ำเปล่าเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ พบว่า การใช้ culture filtrate ความเข้มข้น 100% ผสมสีฝุ่น อัตรา 1:1 แผลแห้ง ไม่มีน้ำเยิ้ม และเชื้อไม่ขยายลุกลาม เมื่อถาก พบแผลแห้งไม่ขยายและเนื้อเปลือกเป็นปกติ ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร แต่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้สีฝุ่นเพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีที่ใช้น้ำเปล่า ซึ่งมีลักษณะแผลเยิ้มและน้ำไหลออกมา เมื่อถากพบขนาดแผลขยายกว้างขึ้นจากบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกันทั้ง 2 แปลง ส่วนผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด aurisin A ต่อการควบคุมอาการผลเน่าในทุเรียน พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร Aurisin A ความเข้มข้น 1,000 mg/L อัตรา 100 มล./ผล และกรรมวิธีเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสงในกากน้ำตาล ความเข้มข้น 100% อัตรา 100 มล./ผล มีประสิทธิภาพสามารถควบคุมอาการผลเน่าในทุเรียนได้ดี

คำหลัก : ทุเรียน เห็ดเรืองแสง โรครากเน่าและโคนเน่า

คำนำ

ทุเรียน Durian, *Durio zibethinus* Linn. ได้ชื่อว่าเป็น ราชาแห่งผลไม้ (King of the Fruits) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีศักยภาพในการผลิตเป็นสินค้าเกษตรส่งออก สร้างรายได้เข้าประเทศปีละกว่า 1,000 ล้านบาท ประเทศไทยมีแหล่งปลูกทุเรียนมาก และส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก ผลผลิตทุเรียนจากประเทศไทย ได้รับการยอมรับจากตลาดต่างประเทศว่ามีคุณภาพดีกว่าทุเรียนจากประเทศอื่น เป็นที่นิยมบริโภคอย่างมาก ทำให้มีราคาสูงมาก (มนัส, 2545; นายดำ, 2535) จากสถิติการเกษตรปี 2556-2560 มีรายงานพื้นที่การผลิตทุเรียนเพิ่มขึ้น โดยปี 2556 มีพื้นที่ให้ผลผลิต 577,235 ไร่ ปี 2560 มีพื้นที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 592,750 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.73 ต่อปี ความต้องการของตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ราคาส่งออกทุเรียนสดและผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับสูง เกษตรกรขายผลผลิตได้ราคาสูงขึ้นจึงดูแลเอาใจใส่สวนทุเรียนมากขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตมีคุณภาพมาตรฐานในการส่งออก โดยผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นจาก 986 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2556 เพิ่มเป็น 1,039 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2560 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) แต่ปัญหาที่สำคัญที่เกษตรกรประสบ คือ โรครากเน่าโคนเน่า สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Phytopthora palmivora* Butler (1919) เป็นปัญหาเกิดขึ้นเรื้อรังมายาวนานและสร้างความเสียหายตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน พบการเกิดโรคได้ทุกส่วน ต้นตั้งแต่ราก ลำต้น กิ่ง ใบ และผล กรมวิชาการเกษตรได้ทดสอบและเผยแพร่เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน ตั้งแต่ปี 2542 แต่ยังพบการแพร่ระบาดของโรคอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเกิดโรค และเกษตรกรขาดความเข้าใจในการปรับใช้เทคโนโลยีที่ถูกต้อง ส่งผลให้การควบคุมการเกิดโรคไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นการป้องกันกำจัดจึงทำได้ยาก นอกจากนี้เชื้อชนิดนี้ยังอาศัยอยู่ในดินและในน้ำ ถึงแม้จะป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมีการระบาดของโรครากเน่าและโคนเน่าก็ยังคงเกิดขึ้นอยู่เป็นประจำ (ทวี, 2545 ; อมรรัตน์, 2554) ส่งผลให้เกษตรกรใช้สารเคมีกันมากขึ้นและหลากหลายชนิดตามความเชื่อของเกษตรกร หรือตามคำแนะนำของบริษัท หรือร้านจำหน่ายสารเคมี รวมทั้งมีการใช้สารเคมีในอัตราที่สูงขึ้น ส่งผลให้เชื้อ *P. palmivora* มีการพัฒนาและดื้อยาได้ในอนาคต หากเกษตรกรไม่เข้าใจถึงแนวทางการป้องกันกำจัดโรคอย่างถูกวิธี จะส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพเพื่อการส่งออกในระยะยาว รวมทั้งความปลอดภัยของเกษตรกรและผู้บริโภค ดังนั้นการนำวิธีการอื่นที่ปลอดภัยมาใช้ จึงเป็นแนวทางที่ควรให้ความสำคัญ ในต่างประเทศ Boehlendorf *et al*. (2004) รายงานว่าสาร aurisin A ที่แยกได้จากเห็ดในสกุล *Panus* sp. มีฤทธิ์ต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น *Pythium ultimum*, *Venturia inaequalis*, *Plasmopara viticola*, *Puccinia graminis* และ *Phytopthora infestans* ในประเทศไทย สุรีย์พร และคณะ (2560) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี *N. nambi* ในการควบคุมโรคเน่าดำของกล้วยไม้ ที่มีสาเหตุเกิดจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* พบว่าสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงทั้งในรูปแบบของสารสกัด และน้ำคั้นจากเชื้อเห็ด (culture filtrate) ทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. palmivora* ได้ดี ไม่แตกต่างกับที่ใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP ดังนั้นจึงสนใจที่จะนำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง

N. nambi มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียน ซึ่งยังไม่มีการศึกษามาก่อนเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับเกษตรกร และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และพัฒนาต่อไปเพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี อันจะเป็นแนวทางในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม เพื่อช่วยลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai ไอโซเลต PW2
2. เชื้อรา *Phytopthora palmivora*
3. ต้นทุเรียน พันธุ์หมอนทอง
4. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เช่น จานอาหารเลี้ยงเชื้อ หลอดทดสอบ ตู้เขี่ยเชื้อ ฯลฯ
5. วัสดุในการเพาะเห็ด
6. ห้องบ่มก้อนเชื้อเห็ด
7. ดินปลูก และสวนทุเรียนของเกษตรกร

วิธีการ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ทดสอบประสิทธิภาพสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในสภาพเรือนทดลอง (ปี 2562)

1.1 แหล่งที่มาของเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2559 สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี องค์ประธานโครงการ อพ.สธ. ทรงโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อเห็ดเรืองแสงชนิดนี้ว่า “**เห็ดสิรินรัศมี**” เนื่องจากเห็ดชนิดนี้ได้มีการสำรวจพบในเขตพื้นที่ของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ที่โคกภูตากา อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี ได้มีการศึกษาวิจัยถึงการบ่งชี้และการนำไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะด้านเพื่อเป็นการสนองพระราชดำริโครงการ อพ.สธ. ในด้านการปกปักพันธุกรรมพืชและการใช้ประโยชน์

1.2 เตรียมสาร aurisin A โดยเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสงในอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน จากนั้นเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว potato dextrose broth (PDB) เป็นเวลา 30 วัน กรองเส้นใยและเก็บเส้นใยที่ได้นำไปอบที่ตู้อบ 45 องศาเซลเซียส เมื่อเส้นใยแห้งแล้วนำมาบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่น จากนั้นสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยเอทิลอะซีเตต (EtOAc) จำนวน 3 ครั้ง เก็บสารละลายที่ได้มากรองและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันด้วยเครื่อง rotary evaporator นำสารสกัดหยาบ EtOAc ไปแยกสกัดใหม่ด้วย EtOAc จากนั้นไปแยกให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีทางโครมาโทกราฟีและการตกผลึกจนได้สาร aurisin A ในรูปผงสีเหลืองอ่อน จากนั้นเตรียมสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 500 mg/l เพื่อทดสอบ โดยใช้ Dimethylsulfoxid (DMSO) เป็นตัวละลายร่วมกับน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ เพื่อใช้เป็นสารทดสอบต่อไป

1.3 เตรียมน้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) จากเห็ดเรืองแสง โดยนำเชื้อเห็ดเรืองแสงมาเลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน แล้วใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร เจาะวุ้นตรงปลายเส้นใยของเชื้อรา จำนวน 5 ชิ้น ย้ายลงในอาหารเหลว PDB จำนวน 100 มิลลิลิตร แล้วบ่มในอุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน กรองเส้นใยออกเก็บ culture filtrate สำหรับใช้ทดสอบ

1.4 เตรียมเชื้อ *P. palmivora* โดยนำเชื้อ *P. palmivora* ที่แยกได้จากสวนทุเรียน ณ ศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก ห้วยสะพานหิน จังหวัดจันทบุรี เลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน แล้วใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร เจาะวุ้นตรงปลายเส้นใยของเชื้อแล้วนำไปใช้เพื่อปลูกเชื้อ

1.5 ใช้ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อายุต้นพันธุ์ 12 เดือน ในถุง ขนาด 5*10 นิ้ว ดูแล รดน้ำให้ต้นมีความสมบูรณ์สำหรับการทดสอบโรค

1.6 การทดสอบ โดยวางแผนการทดลอง Randomized Complete Block Design (RCB) ประกอบด้วย 8 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 3 ต้น

กรรมวิธีที่ 1 aurisin A 500 mg/l + ปูนแดง ทาที่แผล

กรรมวิธีที่ 2 aurisin A 500 mg/l ฉีดเข้าต้น ปริมาตร 5 ml/ต้น

กรรมวิธีที่ 3 culture filtrate 50% + ปูนแดง ทาที่แผล

กรรมวิธีที่ 4 culture filtrate 100% + ปูนแดง ทาที่แผล

กรรมวิธีที่ 5 culture filtrate 100% ฉีดเข้าต้น ปริมาตร 5 ml/ต้น

กรรมวิธีที่ 6 สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ทาที่แผล

กรรมวิธีที่ 7 ใส่เฉพาะเชื้อ *P. palmivora* (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

กรรมวิธีที่ 8 ไม่ใส่เชื้อ (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. นำต้นทุเรียนที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 1.5 โดยทำแผลขนาด 1 นิ้ว ห่างจากโคนต้น 1 เซนติเมตร

2. นำสาร aurisin A, culture filtrate แต่ละกรรมวิธีผสมกับปูนแดง (อัตรา 12.5 มิลลิลิตร: 25 กรัม) ทาบริเวณแผล กรณี กรรมวิธี culture filtrate 100% ฉีดเข้าต้น ใช้เข็มฉีดยา เบอร์ 18 ความยาวขนาด 1 นิ้ว ดูดสาร culture filtrate ความเข้มข้น 100% ปริมาตร 5 ml ต่อต้น ฉีดระดับสูงจากต้น 5 เซนติเมตร ส่วนสารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ทาที่แผลตามกรรมวิธีที่วางไว้

3. ทำการปลูกเชื้อโดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร เจาะบริเวณขอบปลายของเส้นใยเชื้อ *P. palmivora* ที่อายุ 7 วัน (ข้อ 1.4) จำนวน 1 ชิ้นวุ้นต่อต้น จากนั้นบ่มเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

การบันทึกข้อมูล

ลักษณะการเข้าทำลายบริเวณโคนต้น และอาการบนต้น ทุกๆ 7 วัน เปรียบเทียบกับต้นทุเรียนที่ทำการปลูกเชื้อเพียงอย่างเดียว โดยประเมินความรุนแรงของโรคเป็น 2 ส่วน คือ (1) ขนาด

แผลโดยให้เป็นคะแนนต่อพื้นที่แผล (2) อาการบนต้น เช่น ใบร่วง ต้นโทรม โดยประเมินความรุนแรงของโรคเป็นระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 = พืชไม่แสดงอาการเกิดโรค

ระดับที่ 2 = พืชแสดงอาการขอบใบแห้ง 1-25% ของต้น

ระดับที่ 3 = พืชแสดงอาการขอบใบแห้ง และร่วง 26-50% ของต้น

ระดับที่ 4 = พืชแสดงอาการใบแห้ง และร่วง 51-75% ของต้น

ระดับที่ 5 = พืชแสดงอาการใบร่วง ต้นแห้งเน่าตาย 76-100% ของต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบรูปแบบการใช้เห็ดเรืองแสงควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในสภาพสวน (ปี 2563-2564)

2.1 สำรวจโรครากเน่าโคนเน่าทุเรียนในเขตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และยะลา แทนพื้นที่จังหวัดจันทบุรี เนื่องจากกรมวิชาการเกษตร ปี 2563 ถูกตัดงบประมาณจึงไม่สามารถดำเนินงานต่อไปได้ จึงใช้เงินจากโครงการตามแผนบูรณาการพัฒนาพื้นที่ระดับภาค โครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตภาคเกษตร (ภาคใต้ชายแดน) ปีงบประมาณ 2563 แทน

2.2 คัดเลือกต้นทุเรียนจากแปลงเป้าหมาย ที่พบอาการของโรครากเน่า-โคนเน่า จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ต้นต่อแปลง เก็บตัวอย่างโรควินิจฉัยเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการ จากนั้นประเมินความสมบูรณ์ของต้นทุเรียนจากต้น กิ่งและใบ ก่อนดำเนินการทดลอง เพื่อประเมินการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน (ศิริพร และคณะ, 2558) โดยให้ระดับค่าคะแนน ดังนี้

ระดับความสมบูรณ์ของต้น	สภาพความสมบูรณ์ของต้น	ลักษณะของต้นและใบ				โรค
		โครงสร้างต้น	ทรงพุ่ม	ปริมาณใบ	สีใบ	
ระดับที่ 1	ต้นสมบูรณ์ดีมาก 80-100%	ดี	สวยงาม	หนาแน่น	ใบสีเขียวเข้มเป็นมัน	ใบ กิ่งก้าน ลำต้น ปราศจากโรคเข้าทำลาย หรือมีได้ไม่เกิน 0-5%
ระดับที่ 2	ต้นสมบูรณ์ดีปานกลาง 70-79%	ค่อนข้างดี	สวยงามปานกลาง	ค่อนข้างหนาแน่น	ใบสีเขียวเป็นมัน	โรคเข้าทำลายลำต้นและกิ่งก้านเล็กน้อย แต่ไม่ถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อต้นทุเรียนการเข้าทำลายของโรคในภาพรวมทั้งต้นอยู่ระหว่าง 6-20%
ระดับที่ 3	ต้นสมบูรณ์น้อย ≥50-60%	ไม่ค่อยดีบริเวณปลายยอด	ค่อนข้างไม่สวยงาม	ค่อนข้างน้อย	ใบสีเหลืองซีด	โรคเข้าทำลายที่ลำต้น กิ่ง ใบและรากในระดับค่อนข้างรุนแรง การเข้า

ระดับความสมบูรณ์ของต้น	สภาพความสมบูรณ์ของต้น	ลักษณะของต้นและใบ				โรค
		โครงสร้างต้น	ทรงพุ่ม	ปริมาณใบ	สีใบ	
		แห้งเป็นบางกิ่ง				ทำลายของโรคในภาพรวมทั้งต้นอยู่ระหว่าง 21-60%
ระดับที่ 4	ต้นทรุดโทรม < 50%	ไม่ค่อยดี บริเวณปลายยอดแห้ง ทั้งกิ่งแขนงและกิ่งหลักหลายกิ่ง	ไม่สวยงาม	น้อยมาก	ใบสีเหลืองซีด และมีขนาดเล็กมาก	โรคเข้าทำลายที่ลำต้น กิ่ง ใบ รากในระดับค่อนข้างรุนแรงมาก อาจฟื้นฟูได้แต่ไม่คุ้มค่าการลงทุน การเข้าทำลายของโรคในภาพรวมทั้งต้นมากกว่า 60%

2.3 วัดขนาดแผลก่อนการทดสอบ โดยถากเปลือกออกบางๆ ประมาณ 1-2 มม. ให้เห็นขอบแผลชัดเจน แล้ววัดขนาดแผล กว้าง x ยาว (สูง) โดยทำเครื่องหมายช่วงที่วัด

2.4 การทดสอบ โดยวางแผนการทดลอง RCB ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น

กรรมวิธี 1 culture filtrate ความเข้มข้น 100% +สีฝุ่น (100 มล.: 100 กรัม)

กรรมวิธี 2 น้ำเปล่า + สีฝุ่น (iron oxide) (100 มล.: 100 กรัม)

กรรมวิธี 3 สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธี 4 น้ำเปล่า (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u> เตรียม culture filtrate จากเห็ดเรืองแสง และสีฝุ่น (iron oxide) ดำเนินตามกรรมวิธีที่วางไว้ คัดเลือกต้นที่เป็นโรคจากนั้น ใช้มีดถากเปลือกให้เห็นขอบแผลชัดเจน วัดขนาดแผล (กว้างxยาว) (สูง) แล้วทำเครื่องหมาย จากนั้นนำสารที่เตรียมไว้ในแต่ละกรรมวิธีทาบนแผล ทิ้งไว้ให้แห้ง สังเกตอาการบนแผล ทุก 1 เดือน เปรียบเทียบกับทาแผลด้วยเมทาแลกซิล 25% WP อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร และกรรมวิธีเปรียบเทียบที่เป็นน้ำเปล่า เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยทาสารทดสอบเพียงครั้งเดียว

2.5 <u>การบันทึกข้อมูล</u>

2.5.1 ประเมินความรุนแรงของโรคหลังใช้สารทดสอบ ทุก 30 วัน บันทึกลักษณะแผลและการขยายลุกลามของเชื้อ เช่น แผลเยิ้ม หรือแห้ง เป็นต้น จนถึงช่วงเก็บเกี่ยวผลทุเรียนรุ่นสุดท้าย (อายุ 1 ปี) ให้ถากแผลบริเวณที่ทำการทดสอบออกบางๆ 1-2 มม. ที่เห็นขอบแผลชัดเจนเช่นเดียวกับครั้งแรก วัดขนาดแผล กว้าง x ยาว (สูง)

กรณี ถ้าเชื้อโรคหยุดการลุกลาม ลักษณะแผลจะแห้ง ขอบแผลจะมีสีเข้มหรือดำตัดกับเนื้อเปลือกปกติอย่างชัดเจน และมีลักษณะการรัดตัวของเนื้อไม้หุ้มแผลได้ถากไว้ตั้งแต่เริ่มแรก

แต่ถ้ากรณี โรคลุกลามและขยาย ลักษณะแผลจะเยิ้มและมีน้ำเยิ้มไหลออกมา ขนาดแผลจะขยายวงกว้างขึ้นจากบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้

2.5.2 อาการบนต้นประเมินโรคเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยดูทั้งต้น สังเกตอาการต้นโทรม การเจริญเติบโต และการลุกลามของเชื้อทั่วทั้งต้น เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้เห็ดเรืองแสง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้เห็ดเรืองแสง (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

2.5.3 ประเมินปริมาณผลผลิต / การลงทุน ผลตอบแทนแต่ละกรรมวิธี เพื่อดูว่ากรรมวิธีต่าง ๆ ที่ใส่ลงไปมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตหรือไม่ คำนวณต้นทุนการจัดการผลตอบแทนของแต่ละกรรมวิธี

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนารูปแบบการใช้เห็ดเรืองแสงควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในสภาพสวน (ปี 2564)

3.1 ผลิตก้อนเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีในก้อนขี้เลื่อย โดยนำหัวเชื้อเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีที่เจริญในขวดข้าวฟ่าง เขย่าให้เมล็ดข้าวฟ่างร่วนออกจากกัน และเทเมล็ดข้าวฟ่าง ประมาณ 15-20 เมล็ด (ประมาณ 2 กรัม) ลงในก้อนขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ปิดจุกสำลี หุ้มกระดาษ และรัดด้วยยางวง นำไปเก็บในห้องที่ปลอดเชื้อ ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 45 วัน เพื่อให้เส้นใยเดินเต็มก้อน

3.2 <u>รูปแบบเดิม</u> เตรียมน้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) จากเห็ดเรืองแสง นำเชื้อเห็ดเรืองแสงมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นเวลา 7 วัน แล้วใช้ cork borrer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร เจาะวุ้นตรงปลายเส้นใยของเชื้อรา จำนวน 5 ชิ้น ย้ายลงในอาหารเหลว PDB จำนวน 100 มิลลิลิตร แล้วบ่มในอุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน กรองเส้นใยออกเก็บ culture filtrate สำหรับใช้ทดสอบ (รูปแบบนี้เกษตรกรไม่สามารถผลิตเองได้)

3.3 <u>การพัฒนารูปแบบใหม่</u> เตรียมชีวภัณฑ์น้ำเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี โดยนำกากน้ำตาลและน้ำเปล่า (อัตรา 1:100) ไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที จากนั้นก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงที่มีเส้นใยเดินเต็มก้อน (ข้อ 3.1) จำนวน 2 กรัมต่อกากน้ำตาล 10 มิลลิลิตร+น้ำเปล่า 1 ลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน จากนั้นกรองเก็บน้ำเห็ดเรืองแสงเพื่อใช้สำหรับทดสอบ (การพัฒนารูปแบบใหม่มองถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรกรสามารถผลิตเองได้ ขั้นตอนง่ายไม่ยุ่งยาก ต้นทุนต่ำ)

3.4 สำรวจโรครากเน่าโคนเน่าทุเรียนในเขตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และกาญจนบุรี

3.5 คัดเลือกต้นทุเรียนจากแปลงเป้าหมาย ที่พบอาการของโรครากเน่า-โคนเน่า จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ต้นต่อแปลง เก็บตัวอย่างโรควินิจฉัยเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการ จากนั้นประเมินความสมบูรณ์ของต้นทุเรียนจากต้น กิ่งและใบ ก่อนดำเนินการทดลอง เพื่อประเมินการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน (ศิริพร และคณะ, 2558) โดยให้ระดับค่าคะแนน

3.6 วัดขนาดแผลก่อนการทดสอบ โดยถากเปลือกออกบางๆ ประมาณ 1-2 มม. ให้เห็นขอบแผลชัดเจน แล้ววัดขนาดแผล กว้าง x ยาว (สูง) โดยทำเครื่องหมายช่วงที่วัด

3.7 <u>การทดสอบ</u> โดยวางแผนการทดลอง Randomized Complete Block Design (RCB) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น

กรรมวิธีที่ 1 รูปแบบเดิม 100% + สีฝุ่น (100 มล.:100 กรัม)

กรรมวิธีที่ 2 รูปแบบพัฒนาน้ำเห็ดเรืองแสง 100%+ สีฝุ่น (100 มล.:100 กรัม)
กรรมวิธีที่ 3 สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร
กรรมวิธีที่ 4 น้ำเปล่า (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

วิธีปฏิบัติการทดลอง นำ culture filtrate รูปแบบเดิมและรูปแบบพัฒนาน้ำเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี ดำเนินตามกรรมวิธีที่วางไว้ คัดเลือกต้นที่เป็นโรคระดับ 3 จากนั้น ใช้มีดขูดเปลือกทุเรียนที่เป็นโรคออก วัดขนาดแผลแล้วทำเครื่องหมาย แล้วนำสารที่เตรียมไว้ในแต่ละกรรมวิธีทาบนแผล ทิ้งไว้ให้แห้ง สังเกตอาการบนแผล ทุก 30 วัน เป็นระยะเวลา 12 เดือน เปรียบเทียบกับทาแผลด้วย metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร และกรรมวิธีเปรียบเทียบที่เป็นน้ำเปล่า

8. การบันทึกข้อมูล บันทึกการเกิดโรคก่อนและหลังใช้สาร ที่ 30 วัน ทุกครั้ง เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี (กรรมวิธีเปรียบเทียบ) โดยบันทึกการขยายการลุกลามของเชื้อ ความเยิ้มหรือชื้นของแผล จนครบ 12 เดือน หลังการทดสอบสังเกตลักษณะแผล เช่น มีน้ำเยิ้ม หรือแผลแห้ง และอาการต้นโทรม เป็นต้น เมื่อสิ้นสุดการทดสอบให้ถากเปลือกบริเวณขอบแผลออกบางๆ 1-2 มม. เช่นเดียวกับครั้งแรก วัดขนาดแผล กว้าง x ยาว (สูง) เช่นเดียวกับครั้งแรก ถ้าเชื้อโรคหยุดการลุกลาม ขอบแผลจะมีสีเข้มหรือดำตัดกับเนื้อเปลือกปกติอย่างชัดเจน (ดูตามแนวที่วัดไว้ครั้งแรก) และถ้ากรณีอาการบนต้นประเมินโรคเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยดูทั้งต้น สังเกตอาการต้นโทรม การเจริญเติบโต และการลุกลามของเชื้อทั่วทั้งต้น เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้เห็ดเรืองแสง

ขั้นตอนที่ 4 *การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด aurisin A ต่อการควบคุมอาการผลเน่าในทุเรียน (ปี 2564)*

อาการผลเน่าของทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว โดยวางแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ๆ

กรรมวิธี 1 พ่นสาร Aurisin A ความเข้มข้น 1,000 mg/L อัตรา 100 มล./ผล + ใส่เชื้อ *P.palmivora*

กรรมวิธี 2 เห็ดเรืองแสงในกากน้ำตาล 1:100 ความเข้มข้น 100% อัตรา 100 มล./ผล + ใส่เชื้อ *P.palmivora*

กรรมวิธี 3 control (พ่นน้ำเปล่า) อัตรา 100 มล./ผล+ ใส่เชื้อ *P. palmivora*

กรรมวิธี 4 control (พ่นน้ำเปล่า) อัตรา 100 มล./ผล + ไม่ใส่เชื้อ *P. palmivora* (อาหารวุ้น)

วิธีปฏิบัติการทดลอง เตรียมสาร aurisin A ที่ระดับความเข้มข้น 1000 โดยใช้ Dimethylsulfoxid (DMSO) เป็นตัวละลายร่วมกับน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 130:470 ml และเห็ดเรืองแสงในกากน้ำตาล 1:100 พ่นสารตามอัตราที่กำหนด 100 มล./ผล บ่มเป็นเวลา 48 ชม. จากนั้นปลูกเชื้อโดยวางชิ้นวุ้นที่มีเชื้อ *P. palmivora* จำนวน 1 แผล/1 ชิ้นวุ้น แล้วนำผลทุเรียนไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง

การบันทึกข้อมูล บันทึกลักษณะอาการและการเกิดแผลเน่าบนผลทุเรียน โดยวัดขนาดแผลและเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการผลเน่า เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า ที่ 3, 5 และ 7 วัน หรือจนปรากฏอาการชัดเจน จากนั้นแกะเปลือกและประเมินอาการเน่าของแผลที่เปลือก

เวลาและสถานที่

เริ่ม ตุลาคม 2562 **สิ้นสุด** ธันวาคม 2564

สถานที่ แปลงที่ 1 อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

แปลงที่ 2 อำเภอธารโต จังหวัดยะลา

แปลงที่ 3 อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในสภาพเรือนทดลอง จากการบันทึกลักษณะการเข้าทำลายเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ใส่เฉพาะเชื้อรา *P. palmivora* เพียงอย่างเดียว ทุกๆ 7 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ใส่เฉพาะเชื้อรา *P. palmivora* เริ่มแสดงอาการหลังการปลูกเชื้อที่ 2 วัน สังเกตเห็นแผลสีน้ำตาล หลังจากที่นำชิ้นวุ้นออก (Figure 1) และเริ่มแสดงอาการ ใบร่วง ต้นโทรม แห้งและตาย ที่ 60 วัน ส่วนกรรมวิธีที่ใช้เห็ดเรืองแสง ทุกกรรมวิธีมีประสิทธิภาพสามารถควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าได้ สังเกตจากลักษณะแผลและการสร้างเนื้อเยื่อน้ำตาลเข้มรัดขอบแผล และต้นทุเรียนไม่แสดงอาการต้นโทรม ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP และกรรมวิธีที่ไม่ใส่เชื้อ (Figure 2)

การทดสอบรูปแบบการใช้เห็ดเรืองแสงควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในสภาพสวน รูปแบบที่มีประสิทธิภาพ และขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่ยุ่งยาก จะเป็นการเลี้ยงเชื้อเห็ดในอาหารเหลว PDB เป็นเวลา 30 วัน เพื่อให้เส้นใยสร้างสารออกฤทธิ์ ตามที่ สุรีย์พร 2550 และ 2554 เมื่อได้น้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) ความเข้มข้น 100% ผสมกับสีฝุ่น (iron oxide) แทนปูนแดง เนื่องจากปูนแดงไม่ทนน้ำ ซึ่งต่างจากสีฝุ่น (iron oxide) ที่ทนแดด ทนฝน ทนน้ำ ทำให้สารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงยึดเกาะที่ผิวได้ดีและนาน แปลงทดสอบรูปแบบการใช้เห็ดเรืองแสงควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในสภาพสวน แปลงที่ 1 ณ อ.ไชยา จ. สุราษฎร์ธานี เริ่มทำการทดสอบระหว่างเดือนกันยายน 2563 – กันยายน 2564 แปลงที่ 2 ณ อ.ธารโต จ. ยะลา เริ่มทำการทดสอบระหว่างเดือนธันวาคม 2563 – ธันวาคม 2564 วางแผนการทดลอง RCB จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีใช้น้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) ความเข้มข้น 100% ผสมสีฝุ่น (iron oxide) อัตรา 1:1 กรรมวิธีสีฝุ่นเพียงอย่างเดียว ผสมน้ำ อัตรา 1:1 กรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร และน้ำเปล่าเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ พบว่าการใช้ culture filtrate ความเข้มข้น 100% ผสมสีฝุ่น อัตรา 1:1 สังเกตดูแผลภายนอกแผลแห้ง ไม่มีน้ำเยิ้ม และไม่ขยายลุกลาม ที่สำคัญมีลักษณะการรัดตัวของเนื้อไม้หุ้มบาดแผลบริเวณที่ถาก เมื่อถากแผล พบแผลแห้งไม่ขยายและมีสีดำเข้มตัดกับเนื้อเปลือกเป็นปกติ ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้สีฝุ่นเพียงอย่างเดียวและกรรมวิธีเปรียบเทียบที่ใช้น้ำเปล่า ซึ่งมีลักษณะแผลเยิ้มในบางซ้ำที่มีความชื้นสูง มีน้ำเยิ้มไหลออกมาเมื่อถากพบขนาดแผลขยายกว้างขึ้นจากบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้ ส่วนกรรมวิธีการใช้สารเคมียังพบแผลเยิ้มในบางซ้ำที่มีความชื้นสูง ซึ่งให้ผลสอดคล้องกันทั้ง 2 แปลง (Figure 3-8)

จากนั้นได้พัฒนารูปแบบการใช้เห็ดเรืองแสงควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในสภาพสวน เนื่องจากรูปแบบเดิมเป็นน้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) ที่เลี้ยงในอาหารเหลว PDB รูปแบบนี้เกษตรกรไม่สามารถผลิตเองได้ ดังนั้นจึงพัฒนารูปแบบใหม่ โดยนำกากน้ำตาล ผสมน้ำเปล่า (อัตรา 1:100) ไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที (เกษตรกรสามารถปรับใช้หม้อต้มกากน้ำตาลและน้ำได้) จากนั้นก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงที่มีเส้นใยเดินเต็มก้อน จำนวน 2 กรัมต่อกากน้ำตาล 10 มิลลิลิตร +น้ำเปล่า 1 ลิตร บ่มที่อุณหภูมิ นาน 30 วัน จากนั้นกรองเก็บน้ำเห็ดเรืองแสงเพื่อใช้สำหรับทดสอบ ซึ่งรูปแบบใหม่นี้สามารถถ่ายเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรสามารถผลิตเองได้ ขั้นตอนง่ายไม่ยุ่งยาก และต้นทุนต่ำ และการทดสอบการพัฒนารูปแบบการใช้เห็ดเรืองแสงควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนในสภาพสวน ณ อ. บันนังสตา จ. ยะลา ระหว่างเดือนธันวาคม 2563 – ธันวาคม 2564 วางแผนการทดลอง RCB จำนวน 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น คือ กรรมวิธีรูปแบบเดิมน้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) ความเข้มข้น 100% ผสมสีฝุ่น (iron oxide) กรรมวิธีรูปแบบใหม่น้ำเห็ดเรืองแสงในกากน้ำตาล ผสมสีฝุ่น กรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร และน้ำเปล่าเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ พบว่า รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่แผลแผลแห้งไม่มีน้ำเยิ้ม และไม่ขยายลุกลาม มีลักษณะการรัดตัวของเนื้อไม้หุ้มบาดแผลบริเวณที่ถาก เมื่อถากแผล พบแผลแห้งไม่ขยายเนื้อเปลือกเป็นปกติ ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัม/น้ำ 1 ลิตร แต่จะแตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้น้ำเปล่า ซึ่งมีลักษณะแผลเยิ้ม และมีน้ำไหลออกมา นอกจากนี้รูปแบบใหม่ยังมีผลต่อตัวมอดที่เป็นแมลงศัตรูของทุเรียนได้อีกด้วย (Figure 9-11)

ส่วนผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด aurisin A ต่อการควบคุมอาการผลเน่าในทุเรียน พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร Aurisin A ความเข้มข้น 1,000 mg/L อัตรา 100 มล./ผล และกรรมวิธีเลี้ยงเชื้อเห็ดเรืองแสงในกากน้ำตาล ความเข้มข้น 100% อัตรา 100 มล./ผล มีประสิทธิภาพสามารถควบคุมอาการผลเน่าในทุเรียนได้ (Figure 12)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การทดสอบโดยการปลูกเชื้อหรือทำแผลที่ต้นเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม เพราะบางต้นไม้ได้ปลูกเชื้อยังมีอาการตาย ดังนั้นการจะทดสอบประสิทธิภาพสารออกฤทธิ์ไม่ว่าจะเป็นเชื้อไหนควรทดสอบในสภาพแปลงจริงจะดีกว่าและให้ผลชัดเจนกว่า ส่วนวิธีการฉีดเข้าต้น พบว่า สารไม่มีการดูดซึมเข้าต้น เนื่องจากต้นทุเรียนที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดต้นที่เล็กมาก และอยู่ในสภาพโรงเรือนแสงสว่างไม่เพียงพอต่อการคายน้ำ สารจึงไม่สามารถซึมเข้าต้นได้ จึงไม่สามารถวัดผลได้ แต่ในสภาพสวน กรณีต้นทุเรียนที่มีอาการเป็นโรคเกิน 50 % ขึ้นไป การทาที่ต้นกระทำได้อยากเพราะเชื้อระบาดไปทั้งต้น ดังนั้นวิธีการฉีดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่ายังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ควรมีการศึกษาต่อเช่นเดียวกับการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด aurisin A ต่อการควบคุมอาการผลเน่าในทุเรียน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเนื่องจากมีแนวโน้มในการลดอาการผลเน่าและมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

ดำ ฉิ่งสุวรรณโรจน์. 2535. *การผลิตผลไม้นอกฤดูกาลและการบำรุงรักษา*. สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย. 128 หน้า.

มนัส ดาเกลี้ยง. 2545. *พันธุ์ทุเรียนเมืองลับแล*. คณะเกษตรศาสตร์และสิ่งแวดล้อม สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์. 17 หน้า.

สุรีย์พร บัวอาจ. 2550. ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนไรโบโซมอลดีเอ็นเอของเห็ดเรืองแสง และผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดต่อไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita* Chitwood). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 126 หน้า.

สุรีย์พร บัวอาจ. 2552. การจำแนกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* และผลของสารออกฤทธิ์ต่อไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงศัตรูพืช (*Steinernema carpocapsae*). หน้า 133-137. *ใน : การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 12.* วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2552 บัณฑิตวิทยาลัย อาคารศูนย์วิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

สุรีย์พร บัวอาจ. 2554. ผลของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง (*Neonothopanus nambi* Speg.) ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita* Chitwood) และสิ่งที่มีชีวิตนอกเป้าหมาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 75 หน้า.

สุรีย์พร บัวอาจ บุษราคัม อุดมศักดิ์ และรุ่งนภา คงสุวรรณ์. 2560. การควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* (Butl.) โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* (Speg.). หน้า 885-903. *ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2560*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

อมรรัตน์ ภู่ไพบูลย์. 2550. เอกสารประกอบการบรรยาย วิชา โรครากเน่าโคนเน่าทุเรียนและการใช้สารเคมีอย่าง ถูกต้องและเหมาะสมตามระบบการจัดการคุณภาพ GAP ในการฝึกอบรมหลักสูตรการใช้สารเคมี อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามระบบการจัดการคุณภาพ GAP เป็นรายพืช วันที่ 26-28 มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ ห้องประชุมอาคารเอนกประสงค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 จันทบุรี.

Boehlendorf, B., S. Neff., T.C. Schuez., L.P. Molleyres, T. Winkler, M. Dobler, and Y. Huang. 2004. Isolation and characterization of compounds obtained from a fungal microorganism and preparation of some derivatives thereof. Brit. UK Pat. Appl. 2004. GB 2396349 A 20040623.

Figure 1 Symptoms of trunk on durian after inoculation with *Phytophthora palmivora* at 2 days

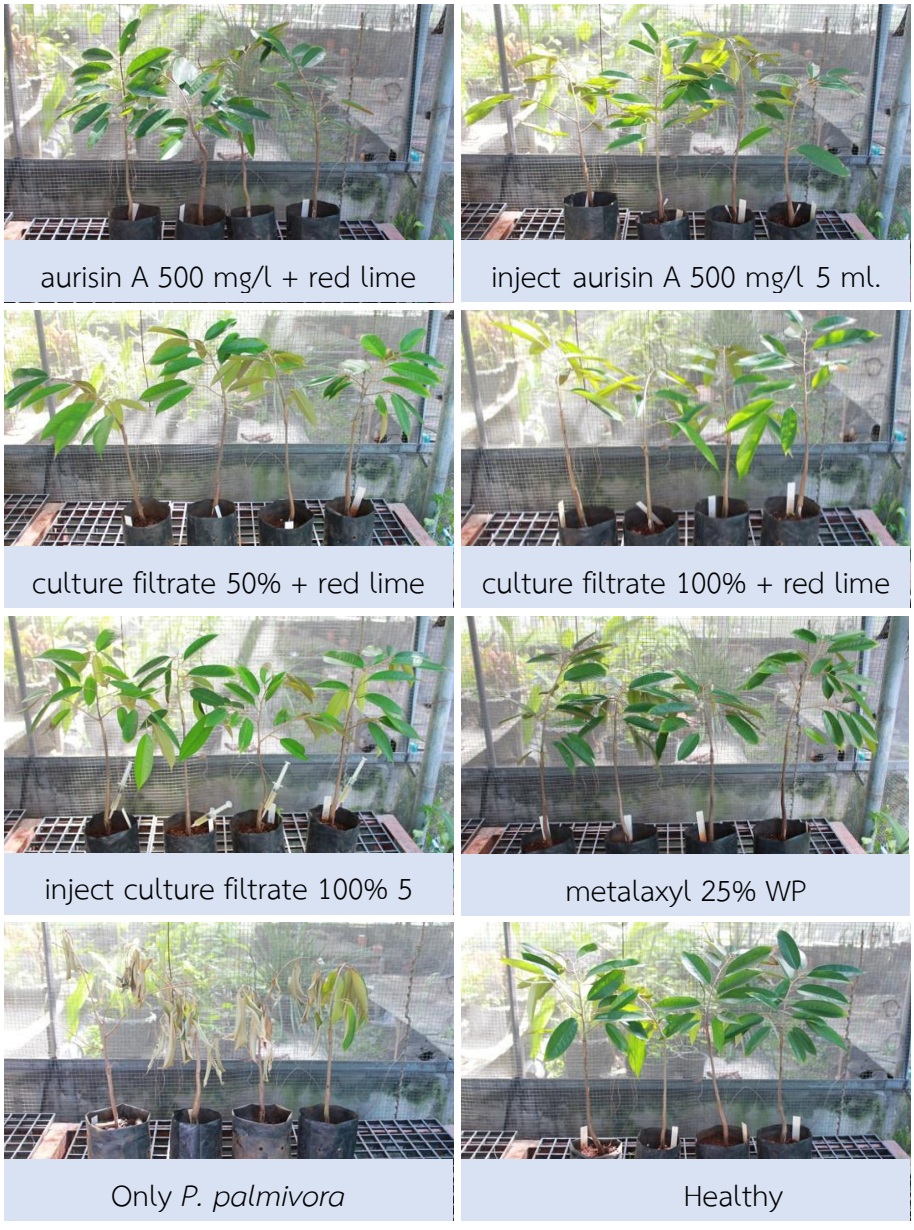


Figure 2 Efficiency of bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* in the control of durian stem and root rot after inoculation with *Phytophthora palmivora* at 60 days

Figure 3 The research on durian plantation in Pak Mak Sub-District, Chaiya District, Surat Thani Province (Location 1)

Figure 4 Phytophthora disease on durian in Pak Mak Sub-District, Chaiya District, Surat Thani Province (Location 1)

Figure 5 The research on durian plantation in Amphoe Than To, Yala Province (Location 2)

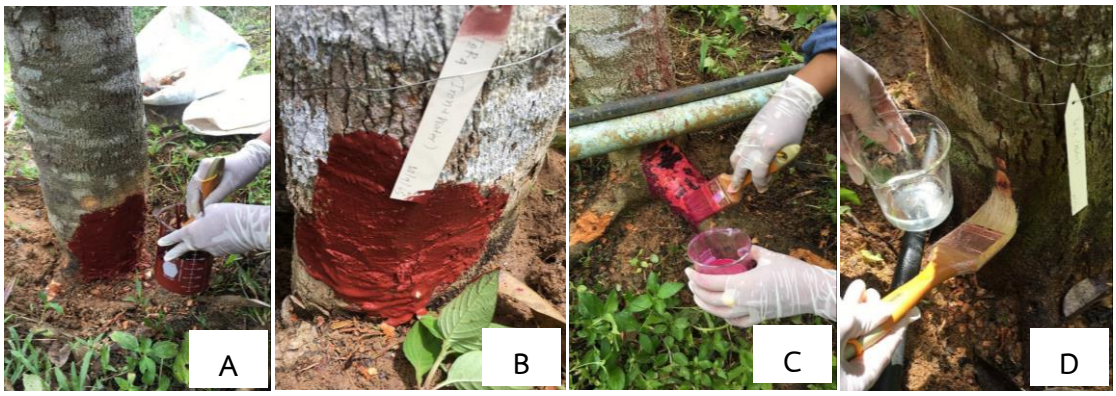


Figure 6 The test at Location 1, Pak Mak Sub-District, Chaiya District, Surat Thani Province

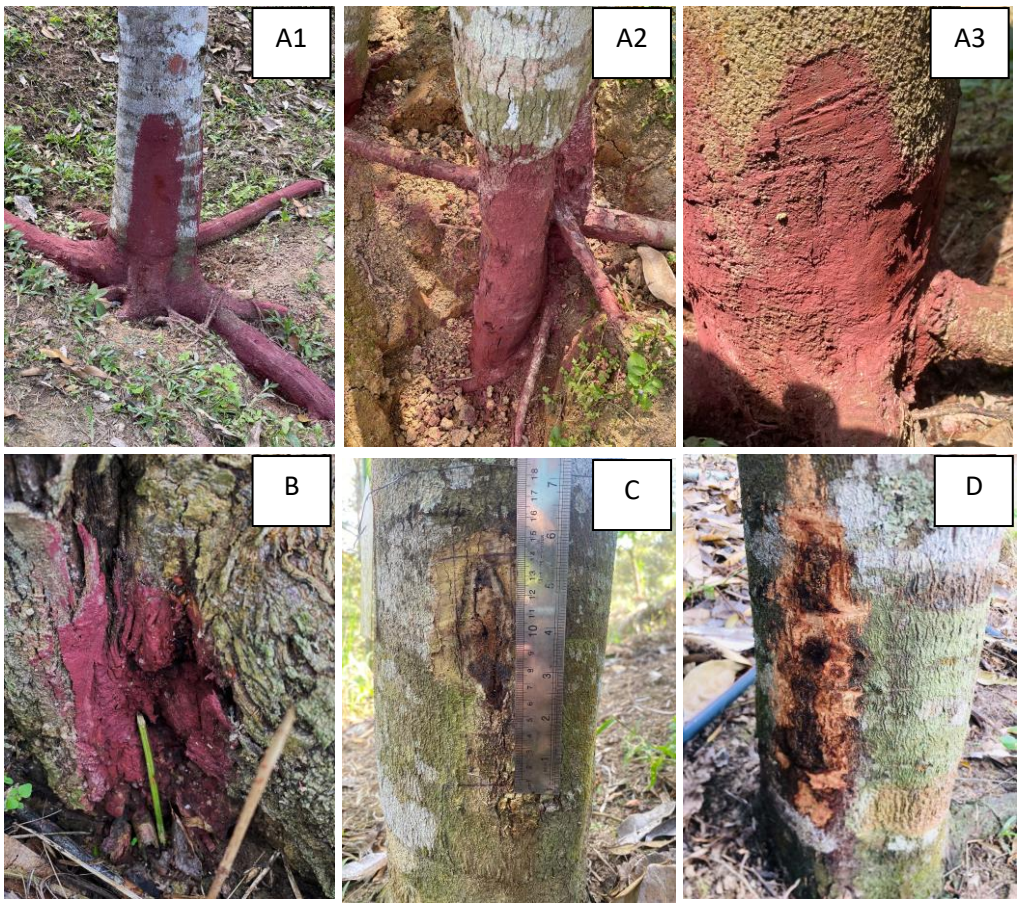


Figure 7 Efficiency of bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* in the control of durian stem and root rot,Location 1, Pak Mak Sub-District, Chaiya District, Surat Thani Province at 360 days

A1-A3 : culture filtrate 100% + iron oxide

B : water + iron oxide

C : metalaxyl 25% WP 50g/1 L water

D : control (water)

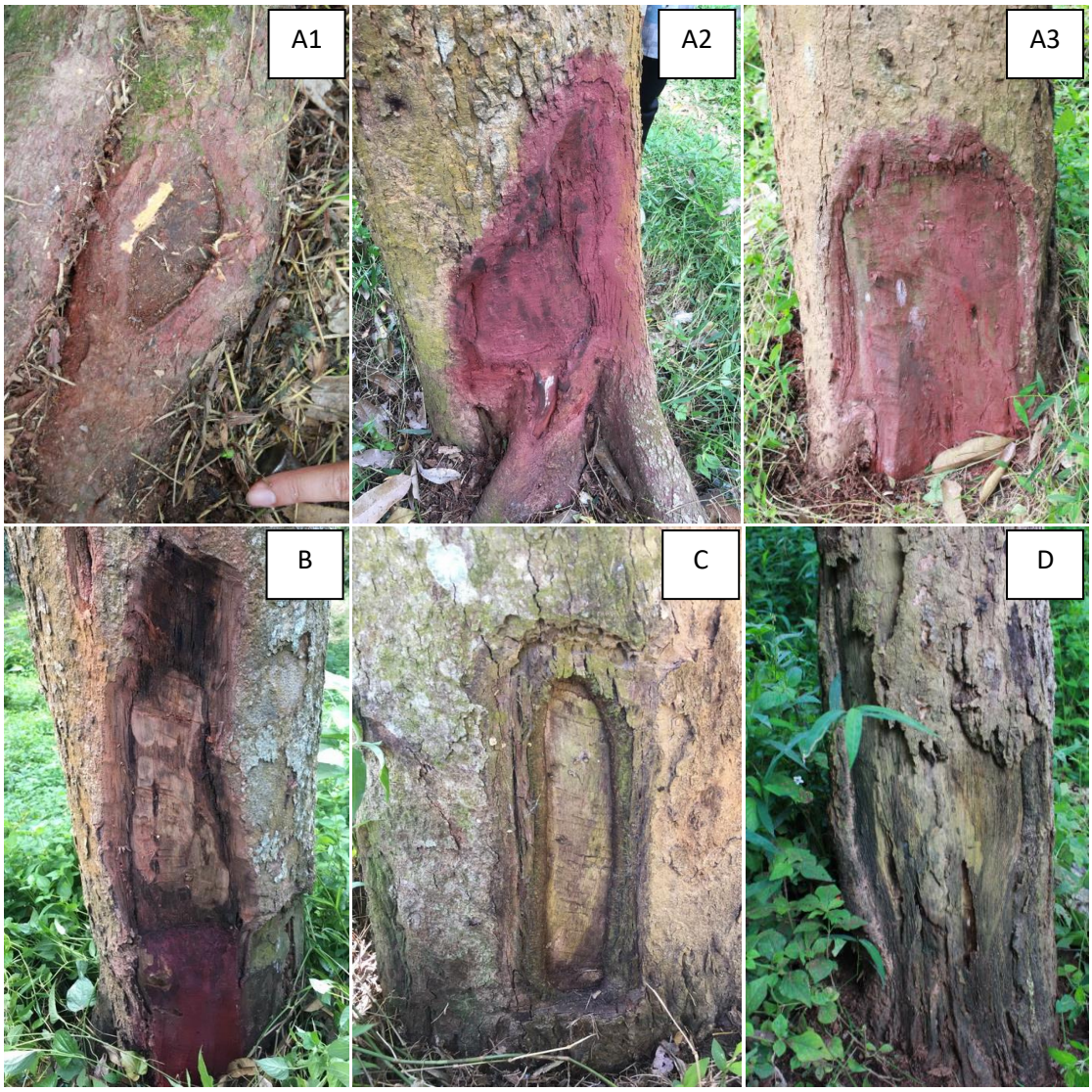


Figure 8 Efficiency of bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* in the control of durian stem and root rot, Location 2, Amphoe Than To, Yala Province at 360 days

A1-A3 : culture filtrate 100% (PDB) + iron oxide

B : water + iron oxide

C : metalaxyl 25% WP 50g/1 L water

D : control (water)

Figure 9 The research on durian plantation in Amphoe Bannang Sata, Yala Province (Location 3)

Figure 10 Development of bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* for farmers in the control of durian stem and root rot at Location 3, Amphoe Bannang Sata, Yala Province

Figure 11 Efficiency of bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* in the control of durian stem and root rot, Location 3, Amphoe Bannang Sata, Yala Province at 360 days

A : culture filtrate form molasses + iron oxide

B : control (water)

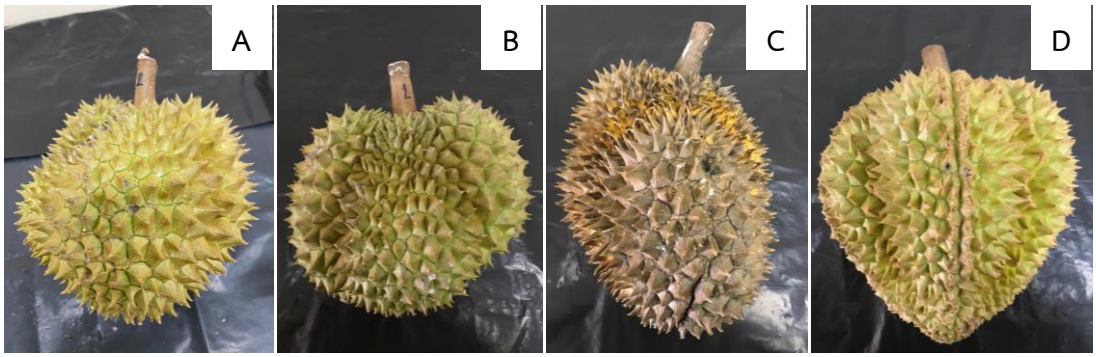


Figure 12 Efficiency of bioactive compounds from luminescent mushrooms *Neonothopanus nambi* in the control to fruit rot of durian after inoculation with *Phytophthora palmivora* at 7 days**.**

A : aurisin A 1,000 mg/L

B : culture filtrate in molasses

C : inoculated control

D : non inoculated control

ต้นแบบผลิตแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* อย่างเป็นระบบ เพื่อการควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างยั่งยืน

Pilot plant of the Effective of *Plesiochrysa ramburi* for Sustainable Pest Control

ประภัสสร เชยคำแหง สาทิพย์ มาลี

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Abstract

The prototype for the production of *Plesiochrysa ramburi* in this research has 2 steps. Step 1. Produce food for larvae that are mealybugs. In 1 month, mealybugs need to be produced 2 cycles, approximately spaced apart. 14 days per cycle to feed the larvae and began to produce mealybugs at least 1 month prior to the production of white-winged insects in one batch of white-winged insects in this experiment. 60 larvae of mealybugs will be collected as a stock culture of 24 larvae for raising 20 larvae and the percentage of damage in each round of mealybug production is approximately 3-4 percent. In a box of 35 x45x12 cm. and 400 brood stocks (100 males: 300 females) can produce 5 embryos per generation with the same number of embryos in each box. and after that should be replaced A new batch of elephant fly larvae in the production cycle from December 2020 to May 2021 were able to produce an average of 3,120.44 adult white-winged insects per month (Table 1). There are 3 costs per month which are the cost of bait production (Table 2), the cost of raising the stock culture (Table 3) and the cost of raising the amplified species (Table 4). Therefore, the cost of elephant insect production Clear wings P. *ramburi* will be the cost of production of food bait, namely mealybugs, in the amount of 3,850 baht + the cost of raising the stock culture of 2,015 baht + the cost of raising clear wing insects at 7,935 baht, totaling 13,800 baht and from Prototype for the production of clear- winged elephant insects in this experiment The cost of producing one winged elephant insect is 4.42 baht.

รหัสการทดลอง 03-05-62-04-00-00-02-62

บทคัดย่อ

ต้นแบบในการผลิตแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* ในงานวิจัยนี้ มี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1. ผลิตอาหารเลี้ยงตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส คือ เพลี้ยแป้ง ใน 1 เดือนต้องทำการผลิตเพลี้ยแป้งให้ได้ 2 รอบ ใช้ระยะห่างกันประมาณ 14 วันต่อรอบเพื่อเป็นอาหารของตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส และเริ่มผลิตเพลี้ยแป้งก่อนทำการผลิตแมลงช้างปีกใส อย่างน้อย 1 เดือน ใน 1 รุ่นของการผลิตแมลงช้างปีกใสในงานทดลองนี้ จะใช้เพลี้ยแป้งบนฟักทอง 60 ลูก เก็บเป็น stock Culture 24 ลูก ใช้เลี้ยงแมลงช้างปีกใส 20 ลูก และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายแต่ละรอบการผลิตเพลี้ยแป้ง อีกประมาณ 3-4 เปอร์เซ็นต์ ขั้นตอนที่ 2.เริ่มเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส ในกล่องเลี้ยงขนาด 35 x45x12 ซม. และใช้พ่อแม่พันธุ์ 400 ตัว (เพศผู้ 100 :เพศเมีย 300) สามารถผลิตตัวอ่อนได้ 5 กล่อง ต่อรุ่น ที่มีปริมาณตัวอ่อนใกล้เคียงกันในแต่ละกล่อง และหลังจากนั้นควรเปลี่ยน พ่อแม่พันธุ์แมลงช้างปีกใสชุดใหม่ ในรอบการผลิต ตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2563 ถึง พฤษภาคม 2564 สามารถผลิตตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใสได้เฉลี่ย 3,120.44 ตัวต่อเดือน (ตารางที่ 1) ต้นทุนในการผลิตในงานวิจัยต้นแบบการผลิตแมลงช้างปีกใสต่อเดือน มี 3 ต้นทุน คือ ต้นทุนการผลิตเหยื่ออาหาร (ตารางที่ 2) ต้นทุนการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ (stock Culture) (ตารางที่ 3) และต้นทุนในการเลี้ยงพันธุ์ขยาย (ตารางที่ 4) ดังนั้นต้นทุนในการผลิตแมลงช้างปีกใส P. ramburi จะเป็น ต้นทุนการผลิตเหยื่ออาหาร คือ เพลี้ยแป้ง เป็นเงิน 3,850 บาท + ต้นทุนการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ (stock Culture) 2,015 บาท + ต้นทุนในการการเลี้ยงพันธุ์ขยายแมลงช้างปีกใส 7,935 บาท รวม 13,800 บาท และจากต้นแบบการผลิตแมลงช้างปีกใส ในงานทดลองนี้ ต้นทุนการผลิตแมลงช้างปีกใส 1 ตัว เท่ากับ 4.42 บาท

คำหลัก : แมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* เพลี้ยแป้ง การควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างยั่งยืน การผลิตขยาย

คำนำ

การทำการเกษตรโดยการใช้สารเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารฆ่าแมลง ก่อให้เกิดการตกค้างในผลผลิตและ สิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ของผู้ผลิต และผู้บริโภค อีกทั้งทำให้ระบบนิเวศและสภาพแวดล้อมทางการเกษตร เปลี่ยนแปลงไป ปัจจุบันจึงมีนโยบายส่งเสริมการใช้การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีมากขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ โดยการใช้แมลงศัตรูธรรมชาติควบคุมแมลงศัตรูพืช และ เครื่องมือ หรือ อาวุธที่เราจะใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ก็คือ แมลงศัตรูธรรมชาติ นั้นเอง แมลงช้างปีกใส (Green Lawings) เป็นหนึ่งในแมลงศัตรูธรรมชาติ ชนิด ตัวห้ำที่มีประโยชน์มาก เป็นตัวห้ำของแมลงศัตรูพืชที่มีผนังลำตัวอ่อนนุ่ม เช่น เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ ไร ศัตรูพืช แมลงหวี่ขาว ไข่ และตัวหนอนผีเสื้อขนาดเล็กหลายชนิด เป็นต้น (Singh and Manoj, 2000 ; Zaki and Gesraha,2001; Venkatesan *et.al*., 2002.) โดยเฉพาะแมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) จัดอยู่ใน อันดับ Neuroptera วงศ์ Chrysopidae เป็นตัวห้ำที่ช่วยควบคุมเพลี้ยแป้ง ได้เป็นอย่างดี สามารถควบคุมเพลี้ยแป้งได้หลายชนิด และได้ทุกระยะของเพลี้ยแป้ง

(ประภัสสร และคณะ 2560) นอกจากนั้น รายงานของ Mehra (1966) พบว่า แมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa* spp. เป็นตัวห้ำ ที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม Homoptera ในแปลงปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศ บราซิล เปรู และ ประเทศอินเดีย ต่อมา Tauder *et al*.(2001) ได้รายงานว่าพบแมลงช้างปีกใสในวงศ์ Chrysopidae อีกชนิดหนึ่ง คือ *Plesiochrysa brazileinsis* ที่น่าจะมีบทบาทสำคัญนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ ดังนั้นการศึกษาการจัดระบบการผลิต เพื่อทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* มีมากเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และมีอย่างต่อเนื่องตลอดปี เหมาะสมต่อการระบาดของแมลงศัตรูพืช จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ เหมือนบทความของ Van Lenteren.(2003).ได้กล่าวไว้ว่า การผลิตแมลงศัตรูธรรมชาติ หรือแมลงที่มีประโยชน์จำนวนมาก จะต้องผลิตขึ้นเป็นระบบอย่างเหมาะสม ต้องคำนึงถึง ชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติ พันธุกรรม อาหารสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุม รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพแมลงศัตรูธรรมชาติ บรรจุภัณฑ์ และการนำแมลงศัตรูธรรมชาติไปใช้ อย่างยั่งยืน

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง
- แมลงช้างปีกใส
- เพลี้ยแป้ง
- ฟักทอง
- กล่องขนาด 35×45×12 เซนติเมตร
- กล่องขนาด กxยxส 18 x 26 x 10 ซม.
- กล่องขนาด กxยxส 8 x 12 x 6 ซม.
- น้ำบริสุทธิ์
- ผ้าขาวบาง ยางยืด
- กระดาษทิชชู สำลี น้ำผึ้ง
- ชั้นเลี้ยงแมลง

วิธีการ

ดำเนินการวิเคราะห์และจัดทำรูปแบบกระบวนการผลิต หรือจัดการแก้ไขให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผลิตขยายแมลงช้างปีกใสและเหยื่ออาหาร โดยวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพ คุณภาพ และต้นทุนผลิตระยะเวลาการผลิต

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

1. เก็บรวบรวม แมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* และเพลี้ยแป้ง จากธรรมชาติ
2. การจัดการระบบการเลี้ยงเพลี้ยแป้งเพื่อใช้เลี้ยงแมลงช้างปีกใส

3. การจัดการระบบการผลิตแมลงช้างปีกใสให้มีปริมาณมากอย่างต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 1. เก็บรวบรวม แมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* และเพลี้ยแป้ง จากธรรมชาติ เก็บรวบรวม ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย แมลงช้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* จากแปลงพืชต่างๆที่มีการระบาดของศัตรูพืช เช่นเพลี้ยแป้ง และเก็บเพลี้ยแป้ง เพื่อเป็นอาหารเลี้ยงตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส เลี้ยงไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ แมลงช้างปีกใสที่เก็บจากธรรมชาติ จนเป็นตัวเต็มวัยทำการคัดเลือกตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส ที่สมบูรณ์เพื่อเป็น พ่อแม่ พันธุ์ ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2. การจัดการระบบการเลี้ยงเพลี้ยแป้งเพื่อใช้เลี้ยงแมลงช้างปีกใส

1.เก็บรวบรวมเพลี้ยแป้งในแหล่งที่มีการระบาด

2.เตรียมผลฟักทองซึ่งใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับเพลี้ยแป้ง เลือกฟักทองผลขนาดเล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 17-20 เซนติเมตร ผลสดสีเขียว ล้างดินออกให้สะอาด ผึ่งให้แห้งสนิท

3.นำฟักทองวางลงในกล่องพลาสติกขนาด 35×45×12 เซนติเมตร รองผลฟักทองด้วยจานรองเพื่อชะลอการเน่าเละของผลฟักทอง ประมาณ 4 -5 ผล / กล่อง

4.นำเพลี้ยแป้งที่เก็บมาวางบนผลฟักทอง คลุมกล่องด้วยผ้าตาข่ายไนลอนเพื่อระบายอากาศ

5.นำกล่องเลี้ยงเพลี้ยแป้งวางบนถาดที่หล่อน้ำไว้ เพื่อเป็นการป้องกันมิให้เกิดการแพร่กระจายของเพลี้ยแป้งไปยังที่อื่นๆ จากนั้นประมาณ 15 วัน เพลี้ยแป้งจะย้ายจากพืชเดิมลงไปอยู่บนผลฟักทอง

6.ปล่อยให้เพลี้ยแป้งเจริญเติบโตเต็มผลฟักทองประมาณ 10 วัน และจะนำมาใช้เลี้ยงตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสต่อไป

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- ต้นทุนที่ใช้เลี้ยงเหยื่ออาหาร (เพลี้ยแป้ง) ในแต่ละรุ่น

ขั้นตอนที่ 3. การจัดการระบบการผลิตแมลงช้างปีกใสให้มีปริมาณมากอย่างต่อเนื่อง (2563-2564)

1.นำตัวเต็มวัยพ่อแม่พันธุ์ แมลงช้างปีกใส *P. ramburi* ใส่กล่อง ขนาด 18×26×10 เซนติเมตร รองพื้นกล่องด้วยกระดาษ จำนวน 2 กล่อง กล่องละ 100 ตัว เป็นเพศผู้ 40: เพศเมีย 60 ตัว

2.ปิดกล่องด้วยผ้าขาวบาง ภายในกล่องวางน้ำผึ้งผสมยีสต์บนกระดาษไข เพื่อเป็นอาหารของแมลงช้างปีกใสพ่อแม่พันธุ์

3.วางแผ่นสำลีชุ่มน้ำไว้ด้านบนผ้าขาวบางเพื่อให้ความชื้นแก่ แมลงช้างปีกใสเพศเมียจะวางไข่ไว้ในกล่อง

4.ย้ายพ่อแม่พันธุ์แมลงช้างปีกใสออกจากกล่องเดิมไปยังกล่องใหม่ทุกๆ 3 วัน จำนวน 6 ครั้ง

5.นำฟักทองที่มีเพลี้ยแป้งจากขั้นตอนที่1 ใส่ในกล่องที่มีไข่ของแมลงช้างปีกใสที่ย้ายตัวเต็มวัยออกแล้ว เพื่อเลี้ยงตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส

6. โรยกระดาษทิชชูที่ตัดเป็นริ้วๆลงในกล่อง ปิดกล่องด้วยผ้าขาวบาง วางไว้ประมาณ 5 - 10 วัน ไข่จะฟักเป็นตัวอ่อนและเจริญเติบโต จนกระทั่งเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 – 3 ที่สามารถนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชต่อไป

การบันทึกข้อมูล

- จำนวนฟักทองที่ใช้เลี้ยงแมลงช้างปีกใสในแต่ละรุ่น
- จำนวนตัวอ่อนที่ได้ในแต่ละรุ่น
- คุณภาพตัวอ่อนโดยสุ่มวัดจากน้ำหนักตัวอ่อนในแต่ละรุ่น
- ต้นทุนในการผลิต

เวลาและสถานที

- ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2564
- ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ต้นแบบในการผลิตแมลงช้างปีกใส ในงานวิจัยนี้ ต้องผลิตอาหารแมลงช้างปีกใส คือ เพลี้ยแป้ง ใน 1 เดือนต้องทำการผลิตเพลี้ยแป้ง 2 รอบ ให้ห่างกัน 14 วัน เพื่อเป็นอาหารของ ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส และต้องเริ่มผลิตเพลี้ยแป้งก่อนทำการผลิตแมลงช้างปีกใส อย่างน้อย 1 เดือน ใน 1 รุ่นของการผลิตแมลงช้างปีกใสจะใช้ เพลี้ยแป้งบนฟักทอง 60 ลูก เก็บเป็น stock Culture 24 ลูก ใช้เลี้ยง แมลงช้างปีกใส 20 ลูก และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายแต่ละรอบการผลิตเพลี้ยแป้ง อีกประมาณ 3-4 เปอร์เซ็นต์ เริ่มเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส ในกล่องเลี้ยงขนาด 35 x45x12 ซม. และใช้พ่อแม่พันธุ์ 400 ตัว (เพศผู้ 100 :เพศเมีย 300) สามารถผลิตตัวอ่อนได้ 5 กล่อง ต่อรุ่น ที่มีปริมาณตัวอ่อนใกล้เคียงกันในแต่ละกล่อง และหลังจากนั้นควรเปลี่ยน พ่อแม่พันธุ์แมลงช้างปีกใสชุดใหม่ ในรอบการผลิต ตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2563 ถึง พฤษภาคม 2564 สามารถผลิตแมลงช้างปีกใสได้เดือนละไม่ต่ำกว่า 3,000 ตัวต่อพ่อแม่พันธุ์ 1 รุ่น เฉลี่ย 3,120.44 ตัวต่อเดือน (ตารางที่ 1) ต้นทุนในการผลิตในงานวิจัยต้นแบบการผลิตแมลงช้างปีกใส ต่อเดือน มี 3 ต้นทุน คือต้นทุนการผลิตเหยื่ออาหารคือเพลี้ยแป้งที่เลี้ยงบนฟักทอง (ตารางที่ 2) ต้นทุนการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ (stock Culture) (ตารางที่ 3)และต้นทุนในการผลิตแมลงช้างปีกใสพันธุ์ขยายใน 1 รุ่นต่อเดือน จะได้เฉลี่ย3,120.44 ตัวต่อเดือน (ตารางที่ 4) ดังนั้นต้นทุนในการผลิตแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะเป็น ต้นทุนการผลิตเหยื่ออาหาร 3,850 บาท + ต้นทุนการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ (stock Culture) 2,015 บาท + ต้นทุนในการผลิตแมลงช้างปีกใสพันธุ์ขยาย 7,935 บาท รวมเป็นเงิน 13,800 บาท แมลงช้างปีกใส 1 ตัว จะมีต้นทุนเท่ากับ 4.42 บาท และการประเมิน ต้นทุนการเลี้ยง ทำตามวิธีการของ Gautam 1994.

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ต้องผลิตอาหารแมลงช้างปีกใส คือ เพลี้ยแป้ง ใน 1 เดือนต้องทำการผลิตเพลี้ยแป้ง 2 รอบ ให้ห่างกัน 14 วัน เพื่อเป็นอาหารของ ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส และต้องเริ่มผลิตเพลี้ยแป้งก่อนทำการผลิตแมลงช้างปีกใส อย่างน้อย 1 เดือน ใน 1รุ่นของการผลิตแมลงช้างปีกใสจะใช้ เพลี้ยแป้งบนฟักทอง 60 ลูก เก็บเป็น stock Culture 24 ลูก ใช้เลี้ยง แมลงช้างปีกใส 20 ลูก และเปอร์เซ็นต์ความ

เสียหายแต่ละรอบการผลิตเพลี้ยแป้ง อีกประมาณ 3-4 เปอร์เซ็นต์ เริ่มเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส ในกล่องเลี้ยงขนาด 35 x45x12 ซม. และใช้พ่อแม่พันธุ์ 400 ตัว (เพศผู้ 100 :เพศเมีย 300) สามารถผลิตตัวอ่อนได้ 5 กล่อง ต่อรุ่น ที่มีปริมาณตัวอ่อนใกล้เคียงกันในแต่ละกล่อง และหลังจากนั้นควรเปลี่ยน พ่อแม่พันธุ์แมลงช้างปีกใสชุดใหม่ ในรอบการผลิต ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 ถึง พฤษภาคม 2564 สามารถผลิตแมลงช้างปีกใสได้ เฉลี่ย 3,120.44 ตัวต่อเดือน (ตารางที่ 1)ต้นทุนในการผลิตในงานวิจัยต้นแบบการผลิตแมลงช้างปีกใส ต่อเดือน มี 3 ต้นทุน คือต้นทุนการผลิตเหยื่ออาหาร (ตารางที่ 2) ต้นทุนการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ (stock Culture) (ตารางที่ 3) และต้นทุนในการผลิตแมลงช้างปีกใสพันธุ์ขยาย ต่อเดือน (ตารางที่ 4) ดังนั้นต้นทุนในการผลิตแมลงช้างปีกใส *P. ramburi* จะเป็น ต้นทุนการผลิตเหยื่ออาหาร 3,850 บาท + ต้นทุนการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ (stock Culture) 2,015 บาท + ต้นทุนในการผลิตแมลงช้างปีกใส 7,935 บาท รวมเป็นเงิน 13,800 บาท แมลงช้างปีกใส 1 ตัว เท่ากับ 4.42 บาท ราคานี้ยังไม่ได้รวม ค่าสาธารณูปโภค

เอกสารอ้างอิง

ประภัสสร เชยคำแหง รจนา ไวยเจริญ สาทิพย์ มาลี. 2560. การพัฒนาเทคนิคการผลิตขยายแมลงช้างปีกใส Plesiochrysa ramburi รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม กรมวิชาการเกษตร ปี 2560.

Gautam,R.D. 1994. R.D 1994. Present status of rearing of Chrysopids in India. Bull. Entomol. Res.35 (1-2) : 31-39.

Mehra, B.P. 1966. Biology of Chrysopa lacciperda Kimmins. Journal of Bombay Natural History Society. 63:215-219.Sing,N.N.,and K. Manoj. 2000. Potentiality of Chrysoperla carnea in suppression of Mustard aphid population. Indian J. Entomol. 62:323-326.

Venkatesan, T.,S.P. Singh, S.K Jalali, and S. Joshi. 2002. Evalulation of predatory Efficiency of Chrysoperla carnea (Stephens) reared on artificial diet against Tobacco aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) in comparison with Other predators. J. Entomol RES. 26; 193-196.

Tauder, C.A., M.J. Tauder and G.S. Albuquebque. 2001. Plesiochrysa brazileinsis (Neuroptera : Chrysopidae) : Larval Stages, Biology, and Taxonomic Relationships. Annals of the Entomological Society of America 94:858-865.

Van Lenteren, J.C., 2003. Commercial availability of biological control agents. In: vanLenteren, J.C. (Ed.), Quality Control and Production of Biological Control Agents, Theory and Testing Procedures, CABI Publishing, Cambridge, MA ,pp.167-179.

Zaki, F.N., and Gesraha, M.A. 2001. Production of the green lacewing, Chrysoperla carnea (Stephens) (Neuroptera : Chrysopidae) reared on semi – artificial diet based on algae. *Chrysoperla vulgaris.* J. Appl. Entomol 125; 97-98.

Table 1 Numbers of Plesiochrysa ramburi insects produced by Plesiochrysa ramburi adult insects, 400 per box per generation (male 100 : female 300) from December 2020 to August 2021.

รอบการผลิต ปี64 (เดือน)	ตัวอ่อนที่ผลิต (กล่อง)	จำนวนฟักทอง (ลูก)	จำนวนดักแด้	เปอร์เซ็นต์การฟัก(%)	แมลงช้างปีกใส(ตัว)	แมลงช้างปีกใส	
						เพศผู้	เพศเมีย
ธ.ค 63	5	20	3,244	92.75	3,009	1,149	1,860
ม.ค 64	5	20	3,942	86.05	3,392	1,470	1,922
ก.พ 64	5	20	3,428	93.40	3,202	1,019	2,183
มี.ค 64	5	20	3,218	94.96	3,056	925	2,131
เม.ษ 64	5	20	3,524	94.96	3,173	1,234	1,939
พ.ค 64	5	20	3,382	91.28	3,087	1,005	2,082
มิ.ย 64	5	20	3,160	93.51	2,955	830	2,125
ก.ค 64	5	20	3,663	96.12	3,523	1,173	2,490
ส.ค 64	5	20	3,125	85.98	2,687	860	1,827
ค่าเฉลี่ยจำนวนดักแด้ และตัวเต็มวัยแมลงช้างปีกใส			**3,407.55**		**3,120.44**		

Table 2 Estimated starting price of food bait production. For the production of P. *ramburi* in 1 batch.

รายการ	ราคา (บาท)
ฟักทอง 60 ลูกๆละ 30 บาท	1,800
ตะกร้าพลาสติก + ถาดรอง	250
แรงงาน (4 วัน ต่อเดือน X450)	1,800
รวม	**3,850**

Table 3 Cost of raising 400 P. *ramburi* breeders per month.

รายการ	ราคา (บาท)
กล่องเลี้ยง ตัวเต็มวัย ตัวอ่อน ดักแด้	45
ผ้าบุกล่อง	50
ยางรัดกล่อง	10
กระดาษไข	15
กระดาษทิชชู	55
สำลี	20
น้ำผึ้ง+ยีสต์	5
น้ำ + ฟองน้ำ	15
แรงงาน (4 วัน ต่อ เดือน X450)	1,800
รวม	**2,015**

Table 4 Showing cost of production of P. *ramburi* transgenic insects per month.

รายการ	**ราคา (บาท)**
กล่องเลี้ยง ตัวเต็มวัย ตัวอ่อน ดักแด้	200
ผ้าบุกล่อง	200
ยางรัดกล่อง	30
กระดาษไข	75
กระดาษทิชชู	125
สำลี	50
น้ำผึ้ง+ยีสต์	30
น้ำ + ฟองน้ำ	25
แรงงาน (16 วัน ต่อ เดือน X450)	7,200
รวม	**7,935**

ผู้รวบรวมและแก้ไข

นางสาวภัทรพร	สรรพนุเคราะห์
นางสาวดาราพร	รินทะรักษ์
นางสาวอมรรัชฎ์	คิดใจเดียว
นางสาวกาญจณา	วาระวิชะณี
นางสาวอุษณีย์	จินดากุล
นายเอกรัตน์	ธนูทอง
นางวรัญญา	มาลี
นางศรีจำนรรจ์	ศรีจันทรา
นางสาววิภาดา	ปลอดครบุรี

ผู้สอบทาน

นางสาวณฐวรรณ	ชนะโชติ
นางสาวจิราภรณ์	สินทร

DOA TOGETHER

Hearing for Changing, Acting for Moving forward

ANNUAL REPORT 2022

กรมวิชาการเกษตร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์