

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปี 2561

1. แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการผลิตพืช บริโภคภายในประเทศ และส่งออก

2. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการผลิตพืช บริโภคภายในประเทศ และส่งออก

กิจกรรม ศึกษาประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อเป็นคำแนะนำสำหรับพืชผักที่มีปัญหา การส่งออกปศุสัตว์ยุโรป

3. ชื่อการทดลอง ทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดหนอนผีเสื้อในพริก

Efficacy of bacteria and insecticides for controlling lepidopterous pest in chili

4. ชื่อคณะผู้ดำเนินการ

หัวหน้าการทดลอง นายสมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผู้ร่วมการทดลอง นายสุภรดา สุคนธาภิรมณ์ ณ พัทลุง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

5. บทคัดย่อ งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อได้ชนิดสารฆ่าแมลงและอัตรการใช้ที่มีประสิทธิภาพป้องกัน กำจัดหนอนกระทู้หอมและหนอนกระทู้ผักในพริก การศึกษาประสิทธิภาพประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอมในพริก ทำการทดลองที่แปลงเกษตรกร อำเภอ ห้วยกระเจา และอำเภอนาทม จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม 2559-มิถุนายน 2560 วาง แผนการทดลองแบบ randomized complete block มี 4 ซ้ำ 9 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, chlorantraniliprole 5.17% SC, emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC, chlorfenapyr 10%SC และ methoxyfenozide 24%SC เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธี พ่น chlorantraniliprole 5.17% SC, chlorfenapyr 10%SC, indoxacarb 15%EC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC, methoxyfenozide 24%SC, lufenuron 5%EC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอมในพริก และพบแมลงศัตรูธรรมชาติหนอนกระทู้หอม 1 ชนิด คือ มวนพิฆาต (*Eocanthecona furcellata* (Wolff)) การศึกษาเชื้อแบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักใน พริก ทำการทดลองที่แปลงเกษตรกร อำเภอนาทม และอำเภอนาทม จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่าง เดือนพฤศจิกายน 2560 - มิถุนายน 2561 วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block มี 4 ซ้ำ 10 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24% SC, indoxacarb 15%EC, spinetoram 12%SC, deltamethrin 3%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC และ chlorfenapyr 10%SC เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีพ่น indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17% SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectinbenzoate 1.92%EC,

spinetoram 12%SC, methoxyfenozide 24%SC, lufenuron 5%EC, deltamethrin 3%EC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักในพริก และพบแมลงศัตรูธรรมชาติหนอนกระทู้ผัก 1 ชนิด คือ มวนพิฆาต (Stink bug: *Eocanthecona furcellata* (Wolff))

Abstract The purpose of this research was to obtain effective insecticides and their recommended rates to control beet armyworm (*Spodoptera exigua* (Hübner)) and common cutworm (*Spodoptera litura* (Fabricius)) damaging chili. A study on the efficacy of bacteria and insecticides for controlling beet armyworm in chili, was conducted on farmer's fields in in Huai Krachao and Ta Muang district, Kanchanaburi province during December, 2016-June, 2017. The trial was a randomized complete block design with 4 replicates and 9 treatments namely, spraying of *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, chlorantraniliprole 5.17%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC, chlorfenapyr 10%SC, methoxyfenozide 24%SC and non-treated control. The results revealed that chlorantraniliprole 5.17%SC, chlorfenapyr 10%SC, indoxacarb 15%EC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC, methoxyfenozide 24%SC, lufenuron 5%EC and *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* were effective for controlling beet armyworm and found 1 species of natural enemy, Stink bug : *Eocanthecona furcellata* (Wolff) in the trails. A study on the efficacy of bacteria and insecticides for controlling common cutworm in chili, was conducted on farmer's fields in Ta Muang and Ta Maka district, Kanchanaburi province during December, 2016-June, 2018. The trial was a randomized complete block design with 4 replicates and 10 treatments namely, spraying of *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24%SC, indoxacarb 15%EC, spinetoram 12%SC, deltamethrin 3%EC,

6. คำนำ พริกเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ที่ใช้บริโภคภายในประเทศ และส่งออกต่างประเทศ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศกว่า 3 แสนไร่ ได้ผลผลิตกว่า 3 แสนตัน (นิรนาม, 2559) การปลูกซ้ำที่เดิมและขยายพื้นที่การปลูกเป็นบริเวณกว้างติดต่อกันปัญหาต่างๆ ก็จะมีสะสมมากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาแมลงศัตรูพริก หนอนกระทู้หอม(*Spodoptera exigua* (Hübner)) และ หนอนกระทู้ผัก (common cutworm: *Spodoptera litura* (Fabricius)) เป็นหนอนผีเสื้อที่สำคัญพบเข้าทำลายพริกเป็นประจำ โดยหนอนจะกัดกินใบ กิ่งก้าน ดอก และผลพริกทำให้ผลผลิตพริกเน่าเสียคุณภาพ (สมศักดิ์, 2559) ซึ่งการทำลายที่เกิดขึ้นอาจรุนแรงมากหากไม่มีการป้องกันกำจัด ทำให้เกษตรกรต้องพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อแก้ไข้ปัญหา และควบคุมการระบาดของเข้าทำลายของแมลงศัตรูดังกล่าว และจากการใช้สารฆ่าแมลงอย่างไม่เป็นแบบแผนของเกษตรกร การขาด

คำแนะนำและส่งเสริมการบริหารศัตรูพืช รวมทั้งนักวิชาการขาดแคลนข้อมูลใหม่ๆ โดยเฉพาะประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงซึ่งปัจจุบัน IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) ได้แบ่งกลุ่มสารฆ่าแมลงออกเป็น 29 กลุ่ม ตามกลไกการออกฤทธิ์ โดยวิธีการเลือกใช้สารฆ่าแมลงที่มีความเป็นพิษและกลไกการออกฤทธิ์ที่เหมาะสมจะทำให้การจัดการแมลงศัตรูพืชประสบผลสำเร็จ (IRAC, 2018) ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนผีเสื้อในพริกจะเป็นแนวทางการใช้สารฆ่าแมลงได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ และที่สำคัญเชื้อแบคทีเรียไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ สิ่งแวดล้อม และปลอดภัยต่อศัตรูธรรมชาติ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยชะลอความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงและลดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตพริกได้

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงพริกใหญ่พันธุ์หยกขาวและพริกเหลืองพันธุ์ออเรนจ์
2. เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* (Florbac SC)
3. สารฆ่าแมลง ได้แก่ chlorantraniliprole 5.17% SC (DuPont Prevathon), chlorfenapyr 10%SC (Rampage), emamectin benzoate 1.92%EC (Proclaim 019 EC), indoxacarb 15%EC (Ammate 15 EC), lufenuron 5%EC (Math 050 EC), methoxyfenozide 24% SC (Prodigy 240 SC), deltamethrin 3%EC (Decis3) และ spinetoram 12%SC (Exalt)
4. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 13-13-21
5. เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง
6. อุปกรณ์บันทึกการตรวจนับแมลง เช่น ตารางบันทึก ปากกา เป็นต้น

วิธีการ

การศึกษาประสิทธิภาพประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอมในพริก

- วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 4 ซ้ำ 9 กรรมวิธี ได้แก่
- กรรมวิธีที่ 1 พ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
 - กรรมวิธีที่ 2 พ่น chlorantraniliprole 5.17%SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
 - กรรมวิธีที่ 3 พ่น emamectin benzoate 1.92%EC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
 - กรรมวิธีที่ 4 พ่น lufenuron 5%EC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
 - กรรมวิธีที่ 5 พ่น spinetoram 12%SC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
 - กรรมวิธีที่ 6 พ่น indoxacarb 15%EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
 - กรรมวิธีที่ 7 พ่น chlorfenapyr 10%SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
 - กรรมวิธีที่ 8 พ่น methoxyfenozide 24%SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
 - กรรมวิธีที่ 9 ไม่ใช้สารฯ

การศึกษาประสิทธิภาพประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด
หนอนกระทู้ผักในพริก

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 4 ซ้ำ 10 กรรมวิธี ได้แก่
กรรมวิธีที่ 1 พ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 2 พ่น emamectin benzoate 1.92%EC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 3 พ่น lufenuron 5%EC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 4 พ่น methoxyfenozide 24%SC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 5 พ่น indoxacarb 15%EC อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 6 พ่น spinetoram 12%SC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 7 พ่น deltamethrin 3%EC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 8 พ่น chlorantraniliprole 5.17%SC อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 9 พ่น chlorfenapyr 10%SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร
กรรมวิธีที่ 10 ไม่ใช้สารฯ

ย้ายกล้าพริกใหญ่พันธุ์หยกขาวและพริกเหลืองพันธุ์ออเรนจ์ อายุ 30 วัน ปลูกในแปลง
ทดลองพริกของเกษตรกร ขนาดแปลงย่อย 4.8 x 7 เมตร ระยะปลูก 0.8 x 0.7 เมตร หลุมละ 1 ต้น
จำนวน 77 ต้น/แปลงย่อย ปฏิบัติดูแลต้นพริกตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (สัจจะ, 2560)
เริ่มพ่นสารทดลองตามกรรมวิธีครั้งแรก เมื่อพบการระบาดเข้าทำลายของหนอนกระทู้หอมหรือหนอน
กระทู้ผักเฉลี่ย 1 ตัว/ต้น และทำการพ่นสารทดลองทุก 7 วัน โดยใช้อัตราการพ่นสารทดลอง 80 ลิตร/
ไร่ ดำเนินการตรวจนับจำนวนหนอนกระทู้หอมหรือหนอนกระทู้ผัก จำนวน 10 ต้น/แปลงย่อย พร้อม
ทั้งตรวจนับชนิดและจำนวนศัตรูธรรมชาติ และทำการสุ่มเก็บผลพริกระยะส่งตลาดจำนวน 20 ต้น/
แปลงย่อย เพื่อชั่งน้ำหนักผลผลิตพริกที่มีคุณภาพ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ
เวลาและสถานที่

แปลงทดลองพริกใหญ่พันธุ์หยกขาวของเกษตรกร อำเภอห้วยกระเจา และอำเภอท่าม่วง
จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม 2559-มิถุนายน 2560 และ แปลงทดลองพริกเหลืองพันธุ์
ออเรนจ์ของเกษตรกร อำเภอท่าม่วง และอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือน
พฤศจิกายน 2560 - มิถุนายน 2561

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาประสิทธิภาพประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด
หนอนกระทู้หอมในพริก

แปลงทดลองที่1. อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี (เดือนธันวาคม 2559 – มีนาคม 2560)

จำนวนหนอนกระทู้หอม

ในTable1. จากการตรวจนับจำนวนหนอนกระทู้หอม รวม 5 ครั้ง (ก่อนพ่นสารฯครั้งแรก 1
ครั้ง และหลังพ่นสารฯ 4 ครั้ง) พบว่า ก่อนพ่นสารฯ ครั้งแรกพบจำนวนหนอนกระทู้หอมในทุก

กรรมวิธีเฉลี่ยระหว่าง 12.5-17.8 ตัว/10ต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังพ่นสารฯ 4 ครั้ง พบจำนวนหนอนกระทู้หอมมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกครั้ง คือ ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯ พบจำนวนหนอนกระทู้หอมเฉลี่ยระหว่าง 7.5-14.3, 5.0-17.0, 2.0-14.5 และ 0.8-8.8 ตัว/10ต้น หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯที่พบจำนวนหนอนกระทู้หอมเฉลี่ย 22.5, 31.5, 34.3 และ 17.8 ตัว/10ต้น หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ยกเว้นหลังการพ่นสารฯครั้งที่ 1 ในกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, lufenuron 5%EC และ methoxyfenozide 24%SC อัตรา 100, 40 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตรตามลำดับ พบจำนวนหนอนกระทู้หอมเฉลี่ย 19.3, 15.3 และ 14.8 ตัว/10ต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ โดยหลังการพ่นสารฯครั้งที่ 2, 3 และ 4 กรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole 5.17%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC, chlorfenapyr 10%SC และ methoxyfenozide 24%SC อัตรา 30, 30, 40, 20, 20, 40 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้หอม รองลงมา คือกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร

จำนวนศัตรูธรรมชาติ

ในTable1.จากการตรวจนับชนิดและจำนวนศัตรูธรรมชาติ รวม 4 ครั้ง พบแมลงศัตรูธรรมชาติ 1ชนิด คือ มวนพิฆาต (Stink bug) *Eocanthecona furcellata* (Wolff) โดยทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯพบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ยระหว่าง 0-2.0 ตัว/40ต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯที่พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 3.5 ตัว/40ต้น โดยกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 2.0ตัว/40ต้นมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole 5.17%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC และ chlorfenapyr 10%SC อัตรา 30, 30, 40, 20, 20 และ 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ ที่พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 0.3, 0.3, 0.8, 0.3, 0 และ 0.3 ตัว/40ต้น ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น methoxyfenozide 24%SC

ผลผลิตพริกและต้นทุนสารฆ่าแมลง

ในTable2. จากการเปรียบเทียบน้ำหนักผลพริกที่มีคุณภาพระยะส่งตลาด พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯมีต้นทุนสารฆ่าแมลงเฉลี่ยระหว่าง 1.31-4.70บาท/20ต้น/ครั้ง ซึ่งได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ยระหว่าง 6.5-10.4 กิโลกรัม/20ต้น มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯที่ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 5.0 กิโลกรัม/20ต้น โดยกรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole 5.17%SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ได้น้ำหนักผลพริกมากที่สุดเฉลี่ย 10.4 กิโลกรัม/20ต้น ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC และ methoxyfenozide 24%SC อัตรา 100, 40, 20

และ 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ ที่ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 6.5, 7.4, 8.3 และ 8.2 กิโลกรัม/20 ต้น ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น emamectin benzoate 1.92%EC, indoxacarb 15%EC และ chlorfenapyr 10%SC

แปลงทดลองที่2. อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี (เดือนเมษายน – มิถุนายน 2560)

จำนวนหนอนกระทู้หอม

ในTable 3. จากการตรวจนับจำนวนหนอนกระทู้หอม รวม 4 ครั้ง (ก่อนพ่นสารฯครั้งแรก 1 ครั้ง และหลังพ่นสารฯ 3 ครั้ง) พบว่า ก่อนพ่นสารฯครั้งแรกพบจำนวนหนอนกระทู้หอมในทุกกรรมวิธีเฉลี่ยระหว่าง 13.5-24.0 ตัว/10ต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังพ่นสารฯ 3ครั้ง พบจำนวนหนอนกระทู้หอมมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกครั้ง คือ ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯพบจำนวนหนอนกระทู้หอมเฉลี่ยระหว่าง 6.0-12.0, 2.3-10.3 และ 0.5-8.3 ตัว/10ต้น หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่พบจำนวนหนอนกระทู้หอมเฉลี่ย 18.8, 29.8 และ 26.5 ตัว/10ต้น หลังการพ่นสารฯครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ยกเว้นหลังการพ่นสารฯครั้งที่1 ในกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร พบจำนวนหนอนกระทู้หอมเฉลี่ย 12.5 ตัว/10ต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ โดยกรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole 5.17%SC, emamectin benzoate 1.92 %EC, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC, chlorfenapyr 10%SC, และ methoxyfenozide 24%SC อัตรา 30, 30, 40, 20, 20, 40 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้หอมตลอดการทดลอง รองลงมา คือกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร

จำนวนศัตรูธรรมชาติ

ในTable 3.จากการตรวจนับชนิดและจำนวนศัตรูธรรมชาติ รวม 3 ครั้ง พบแมลงศัตรูธรรมชาติ 1ชนิด คือ มวนพิฆาต (Stink bug : *Eocanthecona furcellata* (Wolff)) โดยทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯพบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ยระหว่าง 0 - 1.3 ตัว/40ต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 3.0 ตัว/40ต้น โดยกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 1.3 ตัว/40ต้น มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น spinetoram 12%SC และ indoxacarb 15%EC อัตรา 20 และ 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ ที่ไม่พบมวนพิฆาต

ผลผลิตพริกและต้นทุนสารฆ่าแมลง

ในTable 4.จากการเปรียบเทียบน้ำหนักผลพริกที่มีคุณภาพระยะส่งตลาด พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯมีต้นทุนสารฆ่าแมลงเฉลี่ยระหว่าง 1.31-4.70 บาท/20ต้น/ครั้ง ซึ่งได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ยระหว่าง 5.3 – 9.1 กิโลกรัม/20ต้น มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 3.3 กิโลกรัม/20ต้น โดยกรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole

5.17%SC อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ได้น้ำหนักผลพริกมากที่สุดเฉลี่ย 9.1 กิโลกรัม/20ต้น ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC และ methoxyfenozide 24%SC อัตรา 100, 40 ,20 และ 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ ที่ได้้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 5.3, 6.3, 7.3 และ 7.0 กิโลกรัม/20ต้น ตามลำดับ

จากการทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอมในพริก พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีกลไกการออกฤทธิ์ต่อแมลงแตกต่างกัน คือ chlorantraniliprole 5.17%SC, emamectin benzoate 1.92 %EC, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC, chlorfenapyr 10%SC และ methoxyfenozide 24%SC ซึ่งมีกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์กลุ่มที่ 28, 6, 15, 5, 22, 13 และ18 ตามลำดับ แสดงประสิทธิภาพที่ดีในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอมตลอดการทดลอง สอดคล้องกับการทดลองของ Zhou *et al.* (2017) และ Hanning *et al.* (2009) สารฆ่าแมลงchlorantraniliprole, chlorfenapyr, emamectin benzoate, indoxacarb, methoxyfenozide, lufenuron, metaflumizone, chlorfluazuron และ spinosad มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอมได้ดี โดยที่สารฆ่าแมลง chlorantraniliprole, chlorfenapyr, emamectin benzoate และ indoxacarb มีประสิทธิภาพดีกว่า methoxyfenozide, lufenuron, metaflumizone, spinosad และ chlorfluazuron ซึ่งสารฆ่าแมลงemamectin benzoate, chlorfenapyr และ indoxacarb ยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยหนอนกระทู้หอม ขณะที่สารฆ่าแมลง chlorantraniliprole มีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอน ทำให้ลำตัวหนอนหดสั้น ซึ่งเมื่อเข้าดักแด้ได้มีขนาดและน้ำหนักลดลง (Cook *et al.* (2017) และ Lai and Su (2011)) และจากการทดลองของ Osorio *et al.* (2008) พบว่า เมื่อหนอนกระทู้หอมได้รับสารฆ่าแมลง methoxyfenozide จะมีผลต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย ทำให้ปริมาณและอัตราการวางไข่น้อยลง ส่วนสารฆ่าแมลง indoxacarb, emamectin benzoate, chlorfenapyr และ metaflumizone ไม่มีผลต่อปริมาณ อัตรา และการฟักไข่ของหนอนกระทู้หอม แต่ทำให้หนอนกระทู้หอมวัย 1-3 ตายมากกว่าหนอนกระทู้หอมวัย 4-6 (Kang *et al.*, 2017) ปัจจุบันการใช้สารฆ่าแมลง chlorantraniliprole 5.17% SC, methoxyfenozide 24% SC, chlorfenapyr 10%SC, indoxacarb 15%EC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC และ lufenuron 5%EC ยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอม หากเกษตรกรมีการใช้สารฆ่าแมลงดังกล่าวบ่อยครั้งมากขึ้นอย่างต่อเนื่องอาจทำให้เกิดปัญหาหนอนกระทู้หอมสร้างความต้านทานสูงขึ้นได้ เช่นเดียวกับ การทดลองของ Chen *et al.*(2013) พบว่า พื้นที่ที่ใช้สารฆ่าแมลง spinosad, chlorfenapyr, indoxacarb, chlorfluazuron, chlorantraniliprole, chlorpyrifos, tebufenozide, cypermethrin และ emamectin benzoate ในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอมอย่างต่อเนื่องตลอด 4ปี หนอนกระทู้หอมจะสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น โดยสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง chlorpyrifos และcypermethrin มากสุดถึง 1,240-3,080

เท่า และสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง chlorantraniliprole, indoxacarb, chlorfluazuron และ spinosad น้อยสุด 31-44 เท่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่มีการใช้สารฆ่าแมลงแต่ละชนิดบ่อยครั้งและต่อเนื่องมากน้อยเพียงไร ดังนั้นแนวทางการป้องกันและจัดการปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรหนอนกระทู้หอมต้านทานต่อสารฆ่าแมลง จึงควรสร้างแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน (insecticide rotation) เพื่อการใช้สารฆ่าแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ให้หนอนกระทู้หอมพัฒนาสร้างความต้านทานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนเป็นวิธีการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ที่อยู่ต่างกลุ่มกัน โดยหลีกเลี่ยงการใช้สารฆ่าแมลงที่มีกลไกการออกฤทธิ์แบบเดียวกันติดต่อกัน และสารฆ่าแมลงที่ใช้ต้องมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดจึงจะช่วยลดหรือชะลอปัญหาการสร้างความต้านทานได้ ทั้งนี้ต้องอาศัยข้อมูลความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในพื้นที่ประกอบการพิจารณาด้วย (IRAC, 2017 และ Denholm and Rowland, 1992) จากการเก็บน้ำหนักรวมผลผลิตพริกที่มีคุณภาพ ระยะส่งตลาดทั้ง 2 การทดลองพบว่ากรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole 5.17%SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, indoxacarb 15%EC, spinetoram 12%SC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24%SC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* ให้น้ำหนักรวมผลผลิตพริกมากกว่าการไม่ใช้สารฯ สอดคล้องกับผลการทดลองกรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole 5.17% SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, indoxacarb 15%EC, spinetoram 12%SC, lufenuron 5%EC และ methoxyfenozide 24%SC มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอม สำหรับกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* ให้น้ำหนักรวมผลผลิตพริกน้อยสุดในการพ่นสารฯ เนื่องจากเชื้อแบคทีเรีย (*Bacillus thuringiensis*) จะไม่ออกฤทธิ์ทำให้แมลงตายทันที แต่จะทำให้แมลงเกิดโรคได้ต่อเมื่อแมลงกินอาหารที่มีเชื้อปะปนเข้าไป และต้องการระยะเวลาที่แมลง (หนอนกระทู้หอม) จะเกิดอาการโรคและตาย ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุและขนาดของหนอน ตลอดจนปริมาณเชื้อที่กินเข้าไป อีกทั้งเชื้อแบคทีเรียไม่คงทนสลายตัวได้เร็วเมื่อถูกแสงอาทิตย์ และจากรายงานของ อัจฉรา (2544) พบว่าเชื้อแบคทีเรียทำให้หนอนกระทู้หอมเกิดอาการของโรคและหนอนตายใน 1-2 วันหลังกินเชื้อเข้าไปและจะมีประสิทธิภาพลดลงหลังพ่น 4-5 วัน ดังนั้นในการทดลองจึงพบจำนวนหนอนกระทู้หอมตลอดการทดลองมากกว่าและได้น้ำหนักรวมผลผลิตพริกน้อยกว่ากรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole 5.17%SC, chlorfenapyr 10%SC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC และ indoxacarb 15%EC สำหรับศัตรูธรรมชาติกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, chlorantraniliprole 5.17%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, chlorfenapyr 10%SC, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC และ methoxyfenozide 24%SC พบแมลงศัตรูธรรมชาติ 1 ชนิดคือ มวนพิฆาต (stink bug : *Eocanthecona furcellata* (Wolff)) น้อยกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สารฯ เนื่องจากผลทางอ้อม คือ จำนวนหนอนกระทู้หอมมีปริมาณน้อย หรือสารฆ่าแมลงมีผลกระทบต่อมวนพิฆาตแมลงศัตรูธรรมชาติโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับ รัตนาและคณะ (2553) รายงานว่า สารฆ่าแมลง indoxacarb 15%SC มีพิษ

ร่ายแรงต่อมวนพิฆาต ขณะที่สารฆ่าแมลง chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC และ spinosad 12%SC มีพิษน้อยต่อมวนพิฆาต ส่วนสารฆ่าแมลง methoxyfenozide 24%SC, lufenuron 5%EC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* ไม่มีพิษต่อมวนพิฆาต เช่นเดียวกับอัจฉรา (2544) ที่รายงานไว้ว่า เชื้อแบคทีเรีย (*Bacillus thuringiensis*) มีความเฉพาะเจาะจงต่อหนอนผีเสื้อศัตรูพืชเท่านั้นซึ่งไม่มีผลกระทบต่อแมลงห้ำ แมลงเบียน และแมลงที่มีประโยชน์อื่นๆ

การศึกษาประสิทธิภาพประสิทธิผลของเชื้อแบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด หนอนกระทู้ผักในพริก

ผลการตรวจนับจำนวนหนอนกระทู้ผัก แปลงทดลองที่ 1 รวม 4 ครั้ง (ก่อนพ่นสารฯ ครั้งแรก 1 ครั้ง และหลังพ่นสารฯ 3 ครั้ง) พบว่า ก่อนพ่นสารฯ ครั้งแรกพบจำนวนหนอนกระทู้ผักในทุกกรรมวิธีเฉลี่ยระหว่าง 14.0 - 23.3 ตัว/10 ต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังพ่นสารฯ 3 ครั้ง พบจำนวนหนอนกระทู้ผักมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกครั้ง และ ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯ พบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ยระหว่าง 2.8 - 14.3, 2.0 - 11.5 และ 0 - 8.0 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่พบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ย 22.3, 25.5 และ 23.8 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยหลังการพ่นสารฯ 3 ครั้ง กรรมวิธีพ่น indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC และ methoxyfenozide 24%SC อัตรา 15, 20, 30, 20, 20 และ 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้ผัก พบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ยระหว่าง 2.8 - 7.5, 1.5 - 5.5 และ 0 - 1.5 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่น lufenuron 5%EC และ deltamethrin 3%EC อัตรา 30 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ พบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ยระหว่าง 10.3 - 10.5, 8.0 - 8.5 และ 5.3 - 6.3 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้ผักน้อยที่สุด พบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ย 14.3, 11.5 และ 8.0 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (Table 5)

ผลการตรวจนับชนิดและจำนวนศัตรูธรรมชาติ รวม 3 ครั้ง พบแมลงศัตรูธรรมชาติ 1 ชนิด คือ มวนพิฆาต (Stink bug : *Eocanthecona furcellata* (Wolff)) โดยทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯ พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ยระหว่าง 0 - 2.8 ตัว/40 ต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 5.3 ตัว/40 ต้น โดยกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 2.8 ตัว/40 ต้น ซึ่งมากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24%SC, indoxacarb 15%EC, spinetoram

12%SC, deltamethrin 3%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC และ chlorfenapyr 10%SC อัตรา 20, 30, 20, 15, 20, 30, 20 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ที่พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 0, 1.3, 0.8, 0, 0, 0.5, 0 และ 0 ตัว/40 ต้น ตามลำดับ (Table 5)

จากการเปรียบเทียบผลผลิตพริกและต้นทุนสารฯ น้ำหนักผลพริกที่มีคุณภาพระยะส่งตลาด พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯ มีต้นทุนสารฯเฉลี่ยระหว่าง 2.21 - 11.55 บาท/20 ต้น/ครั้ง ซึ่งได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย ระหว่าง 3.6 - 6.3 กิโลกรัม/20 ต้น มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 2.4 กิโลกรัม/20 ต้น โดยกรรมวิธีพ่น emamectin benzoate 1.92%EC, indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC และ chlorfenapyr 10%SC อัตรา 20, 15, 20 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 5.7, 6.3, 6.1 และ 5.9 กิโลกรัม/20 ต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, lufenuron 5%EC และ deltamethrin 3%EC อัตรา 80, 30 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ที่ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 3.6, 4.5 และ 4.2 กิโลกรัม/20 ต้น ตามลำดับ (Table 6)

ผลการตรวจนับจำนวนหนอนกระทู้ผัก แปลงทดลองที่ 2 รวม 4 ครั้ง (ก่อนพ่นสารฯครั้งแรก 1 ครั้ง และหลังพ่นสารฯ 3 ครั้ง) พบว่า ก่อนพ่นสารฯครั้งแรกพบจำนวนหนอนกระทู้ผักในทุกกรรมวิธีเฉลี่ยระหว่าง 15.0 - 25.3 ตัว/10 ต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังพ่นสารฯ 3 ครั้ง พบจำนวนหนอนกระทู้ผักมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกครั้ง คือ ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯพบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ยระหว่าง 7.3 - 19.3, 2.0 - 12.8 และ 0 - 9.8 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่พบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ย 24.8, 29.3 และ 31.8 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยหลังการพ่นสารฯ 3 ครั้ง กรรมวิธีพ่น indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC, methoxyfenozide 24%SC และ lufenuron 5%EC อัตรา 15, 20, 30, 20, 20, 20 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้ผัก พบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ยระหว่าง 7.3 - 13.8, 2.0 - 8.5 และ 0 - 4.8 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่น deltamethrin 3%EC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 30 และ 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ พบจำนวนหนอนกระทู้ผักเฉลี่ยระหว่าง 18.8-19.3, 12.8 และ 9.0-9.8 ตัว/10 ต้น หลังการพ่นสารฯ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (Table 7)

ผลการตรวจนับชนิดและจำนวนศัตรูธรรมชาติ รวม 3 ครั้ง พบแมลงศัตรูธรรมชาติ 1ชนิด คือ มวนพิฆาต (Stink bug : *Eocanthecona furcellata* (Wolff)) โดยทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯ พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ยระหว่าง 0 - 4.3 ตัว/40 ต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 8.5 ตัว/40 ต้น โดยกรรมวิธีพ่น *Bacillus*

thuringiensis subsp *aizawai* อัตรา 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 4.3 ตัว/40 ต้น มากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24%SC, indoxacarb 15%EC, spinetoram 12%SC, deltamethrin 3%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC และ chlorfenapyr 10%SC อัตรา 20, 30, 20, 15, 20, 30, 20 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ที่พบจำนวนมวนพิฆาตเฉลี่ย 0.5, 1.0, 0.8, 0, 0.8, 1.8, 0.3 และ 0.5 ตัว/40 ต้น ตามลำดับ (Table 7)

จากการเปรียบเทียบผลผลิตพริกและต้นทุเรียนสารฯ น้ำหนักผลพริกที่มีคุณภาพระยะส่งตลาด พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้สารฯ มีต้นทุเรียนสารฯ ฆ่าแมลงเฉลี่ยระหว่าง 2.21 - 11.55 บาท/20 ต้น/ครั้ง ซึ่งได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ยระหว่าง 3.1 - 6.6 กิโลกรัม/20 ต้น ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารฯ ที่ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 1.9 กิโลกรัม/20 ต้น โดยกรรมวิธีพ่น emamectin benzoate 1.92%EC, indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC และ chlorfenapyr 10%SC อัตรา 20, 15, 20 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 5.6, 6.6, 6.2 และ 5.8 กิโลกรัม/20 ต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC และ deltamethrin 3%EC อัตรา 80, 30, 20 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ที่ได้น้ำหนักผลพริกเฉลี่ย 3.1, 4.5, 4.7 และ 3.9 กิโลกรัม/20 ต้น ตามลำดับ (Table 8)

จากการทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งในพริก พบว่าสารฆ่าแมลงที่มีกลไกการออกฤทธิ์ต่อแมลงแตกต่างกัน คือ emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24% SC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC และ chlorfenapyr 10%SC ซึ่งมีกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์กลุ่มที่ 6, 15, 18, 5, 22A, 28 และ 13 ตามลำดับ แสดงประสิทธิภาพที่ดีในการป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งตลอดการทดลอง สอดคล้องกับการทดลองของ Masui and Ikeda (2018) และ Pang *et al.* (2018) พบว่า สารฆ่าแมลง chlorfenapyr, emamectin benzoate, indoxacarb และ spinosad มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งได้ดีขณะที่สารฆ่าแมลง methomyl, permethrin และ chlorpyrifos มีประสิทธิภาพเพียงเล็กน้อย เช่นเดียวกับการทดลองของ Azizur and Ram (2007) และ Dharma *et al.* (2018) รายงานว่า สารฆ่าแมลง emamectin benzoate, indoxacarb, novaluron, lufenuron และ spinosad มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งที่ต้านทานสารฆ่าแมลงกลุ่ม synthetic pyrethroids และ กลุ่ม organophosphate แต่สารฆ่าแมลง spinosad มีประสิทธิภาพน้อยกว่าสารฆ่าแมลง emamectin benzoate, indoxacarb และ novaluron ในการป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งที่ต้านทานสารฆ่าแมลงดังกล่าว ขณะที่ Greg *et al.* (2009) รายงานว่า สารฆ่าแมลง chlorfenapyr, chlorantraniliprole, emamectin benzoate, indoxacarb, methoxyfenozide, chlorfluazuron, lufenuron, metaflumizone และ spinosad มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งได้ดี โดยที่สารฆ่าแมลง chlorantraniliprole,

chlorfenapyr, emamectin benzoate และ indoxacarb มีประสิทธิภาพดีกว่า methoxyfenozide, lufenuron, metaflumizone, chlorfluazuron และ spinosad ซึ่งสารฆ่าแมลง emamectin benzoate, chlorfenapyr และ indoxacarb ยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยหอนนกระทู้ฝัก ส่วนสารฆ่าแมลง chlorantraniliprole มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอนน ทำให้ลำตัวหอนนหดสั้น ซึ่งเมื่อเข้าดักแต่ได้มีขนาดและน้ำหนักลดลง (Masanori *et al.*, 2005; Cook *et al.*, 2018) และจากการทดลองของ Samuel *et al.* (2018) พบว่า สารฆ่าแมลง methoxyfenozide เมื่อหอนนผีเสื้อได้รับสารฯ จะมีผลต่อระยะดักแต่ทำให้ไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้จึงทำให้ปริมาณและอัตราการวางไข่น้อยลง ส่วนสารฆ่าแมลง indoxacarb, emamectin benzoate และ chlorfenapyr ไม่มีผลต่อปริมาณและอัตราการฟักไข่ ปัจจุบันการใช้สารฆ่าแมลง indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17% SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC, methoxyfenozide 24%SC, lufenuron 5%EC, deltamethrin 3%EC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* ยังคงมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหอนนกระทู้ฝัก แต่หากเกษตรกรมีการใช้สารฆ่าแมลงดังกล่าวบ่อยครั้งมากขึ้นอย่างต่อเนื่องอาจทำให้เกิดปัญหาหอนนกระทู้ฝักสร้างความต้านทานสูงขึ้นไป เช่นเดียวกับการทดลองของ Sarfraz *et al.* (2012) พบว่าพื้นที่ที่ใช้สารฆ่าแมลง methoxyfenozide, esfenvalerate, spinosad, indoxacarb และ emamectin benzoate ในการป้องกันกำจัดหอนนกระทู้ฝักเป็นประจำหอนนกระทู้ฝักจะสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น โดยสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง indoxacarb, methoxyfenozide และ spinosad น้อยกว่าสารฆ่าแมลง esfenvalerate และสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง emamectin benzoate น้อยสุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่มีการใช้สารฆ่าแมลงแต่ละชนิดบ่อยครั้งและต่อเนื่องมากน้อยเพียงไร ดังนั้นแนวทางการป้องกันและจัดการปัญหาการขยายตัวหรือเพิ่มจำนวนประชากรของหอนนกระทู้ฝักต้านทานต่อสารฆ่าแมลง จึงควรสร้างแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน (insecticide rotation) เพื่อการใช้สารฆ่าแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ให้อหอนนกระทู้ฝักพัฒนาสร้างความต้านทานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนเป็นวิธีการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ที่อยู่ต่างกลุ่มกันโดยหลีกเลี่ยงการใช้สารฆ่าแมลงที่มีกลไกการออกฤทธิ์แบบเดียวกันติดต่อกัน และสารฆ่าแมลงที่ใช้ต้องมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดจึงจะช่วยลดหรือชะลอปัญหาการสร้างความต้านทานได้ ทั้งนี้ต้องอาศัยข้อมูลความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในพื้นที่ประกอบการพิจารณาการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ด้วย (Denholm and Rowland, 1992; IRAC, 2018) จากการเก็บน้ำหนักผลผลิตพริกที่มีคุณภาพระยะส่งตลาดทั้ง 2 การทดลอง พบว่า กรรมวิธีพ่น indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92 %EC, spinetoram 12%SC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24%SC, deltamethrin 3%EC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* ให้น้ำหนักผลผลิตพริกมากกว่าการไม่ใช้สารฯ สอดคล้องกับผลการทดลองกรรมวิธีพ่น indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17% SC, emamectin benzoate 1.92 %EC, chlorfenapyr

10%SC, spinetoram 12%SC, methoxyfenozide 24% SC, lufenuron 5%EC และ deltamethrin 3%EC มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งฝัก โดยกรรมวิธีพ่น indoxacarb 15%EC ให้ผลผลิตพริกมากที่สุด เช่นเดียวกับ Gadhiya *et al.* (2014) รายงานว่า สารฆ่าแมลง chlorantraniliprole, emamectin benzoate, indoxacarb, lufenuron และ spinosad มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งฝัก โดยการพ่นสารฆ่าแมลง chlorantraniliprole และ indoxacarb ให้ผลผลิตมากที่สุดแตกต่างกับการพ่นด้วยสารฆ่าแมลง spinosad และ lufenuron สำหรับกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* ได้นำหนักผลผลิตพริกน้อยสุดในการพ่นสารฯ เนื่องจาก เชื้อแบคทีเรีย (*Bacillus thuringiensis*) จะไม่ออกฤทธิ์ทำให้แมลงตายทันที แต่จะทำให้แมลงเกิดโรคได้ต่อเมื่อแมลงกินอาหารที่มีเชื้อปะปนเข้าไป และต้องการระยะเวลาก่อนที่แมลง(หอนกระทุ้งฝัก) จะเกิดอาการโรคและตาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุและขนาดของหอน ตลอดจนปริมาณเชื้อที่ กินเข้าไป อีกทั้งเชื้อแบคทีเรียไม่คงทนสลายตัวได้เร็วเมื่อถูกแสงอาทิตย์ และจากรายงานของ อัจฉรา (2544) พบว่าเชื้อแบคทีเรียทำให้หอนกระทุ้งฝักเกิดอาการของโรคและหอนตายใน 1-2 วันหลังกินเชื้อเข้าไปและจะมีประสิทธิภาพลดลงหลังพ่น 4-5 วัน ดังนั้น ในการทดลองจึงพบจำนวนหอนกระทุ้งฝักตลอดการทดลองมากกว่า และได้นำหนักผลผลิตพริกน้อยกว่ากรรมวิธีพ่น indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17% SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC และ methoxyfenozide 24% SC สำหรับศัตรูธรรมชาติ Rang *et al.* (2018) รายงานว่า พบศัตรูธรรมชาติหอนกระทุ้งฝักเป็นแมลงเบียน 71 ชนิด แมลงห้ำ 36 ชนิด แมงมุม 12 ชนิด เชื้อรา 4 ชนิด เชื้อแบคทีเรีย 7 ชนิด และไส้เดือนฝอย 4 ชนิด โดยแมลงเบียนไขหอนกระทุ้งฝักมีประสิทธิภาพลดจำนวนหอนกระทุ้งฝักได้มากที่สุด และจากการทดลองกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai*, emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, methoxyfenozide 24%SC, spinetoram 12%SC, deltamethrin 3%EC, chlorantraniliprole 5.17%SC และ chlorfenapyr 10%SC พบแมลงศัตรูธรรมชาติเพียง 1 ชนิด คือ มวนพิฆาต (Stink bug : *Eocanthecona furcellata* (Wolff)) ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สารฯ เนื่องจากผลทางอ้อม คือ จำนวนหอนกระทุ้งฝักมีปริมาณน้อย หรือสารฆ่าแมลงมีผลกระทบต่อมวนพิฆาตแมลงศัตรูธรรมชาติโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับ รัตนาและคณะ (2553) รายงานว่า สารฆ่าแมลง indoxacarb 15%SC มีพิษร้ายแรงต่อมวนพิฆาต ขณะที่สารฆ่าแมลง chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC และ spinosad 12%SC มีพิษน้อยต่อมวนพิฆาต ส่วนสารฆ่าแมลง methoxyfenozide 24%SC, lufenuron 5%EC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* ไม่มีพิษต่อมวนพิฆาต เช่นเดียวกับ อัจฉรา (2544) ที่รายงานว่าการใช้เชื้อแบคทีเรีย (*Bacillus thuringiensis*) มีความเฉพาะเจาะจงต่อหอนผีเสื้อศัตรูพืชเท่านั้นไม่มีผลกระทบต่อแมลงห้ำ แมลงเบียน และแมลงที่มีประโยชน์อื่นๆ

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียและสารฆ่าแมลง ในการป้องกันกำจัดหอนกระทุ้งฝักพบว่า กรรมวิธีพ่น chlorantraniliprole 5.17%SC,

emamectin benzoate 1.92%EC, lufenuron 5%EC, spinetoram 12%SC, indoxacarb 15%EC chlorfenapyr 10%SC และ methoxyfenozide 24%SC อัตรา 30, 30, 40, 20, 20, 40 และ 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร ตามลำดับ มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้หอม ตลอดจนการทดลอง และผลผลิตพริกที่ได้ก็ให้น้ำหนักดี รองลงมา คือกรรมวิธีพ่น *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20ลิตร และพบแมลงศัตรูธรรมชาติหนอนกระทู้หอม 1 ชนิด คือ มวนพิฆาต (Stink bug) *Eocanthecona furcellata* (Wolff) การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรีย และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ฝักในพริก กรรมวิธีพ่น indoxacarb 15%EC, chlorantraniliprole 5.17% SC, chlorfenapyr 10%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, spinetoram 12%SC และ methoxyfenozide 24%SC อัตรา 15, 20, 30, 20, 20 และ 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมประชากรหนอนกระทู้ฝักและผลผลิตพริกที่ได้ก็ให้น้ำหนักดี รองลงมา คือกรรมวิธีพ่น lufenuron5%EC, deltamethrin 3%EC และ *Bacillus thuringiensis* subsp *aizawai* อัตรา 30, 30 และ 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ตลอดจนการทดลองพบแมลงศัตรูธรรมชาติ ของหนอนกระทู้ฝัก 1 ชนิด คือ มวนพิฆาต (Stink bug : *Eocanthecona furcellata* (Wolff)) สำหรับแนวทางการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อให้มีประสิทธิภาพและชะลอการเกิดปัญหาการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนกระทู้หอมและหนอนกระทู้ฝัก จึงควรใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนที่มีกลไกการออกฤทธิ์ต่อแมลงแตกต่างกันไม่ควรใช้สารฆ่าแมลงชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงสารเดียว หรือที่มีกลไกการออกฤทธิ์ในกลุ่มเดียวกัน รวมทั้งการพิจารณาการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ซึ่งปลอดภัยต่อศัตรูธรรมชาติ ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะชะลอการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้ โดยเฉพาะช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะสั้นจะสามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงรวมทั้งปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทั้งนี้เพราะเชื้อแบคทีเรียเป็นสารชีวอินทรีย์ที่มีพิษตกค้างสั้นเพียง 1 วัน ซึ่งจะส่งผลให้การใช้สารฆ่าแมลงและสารพิษตกค้างในผลผลิตพริกลดลง

10. การนำไปใช้ประโยชน์ 1. ใช้เป็นข้อมูลให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริก สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการใช้สารฆ่าแมลงได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอมและหนอนกระทู้ฝักที่เป็นแมลงศัตรูพืชทางเศรษฐกิจที่สำคัญ

2. ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดหลักเกณฑ์การควบคุมแมลงศัตรูพริก เพื่อการจัดทำมาตรฐานการควบคุมแมลงศัตรูพืชเพื่อให้ได้มาตรฐานรับรองของกรมวิชาการเกษตรได้

3. ใช้เป็นข้อมูลในการจัดระบบการพ่นสารฆ่าแมลงหมุนเวียน เพื่อลดหรือชะลอการสร้างความต้านทานของแมลงศัตรูพืช

4. ใช้เป็นข้อมูลเผยแพร่ผลงานวิจัยในเอกสารวิชาการต่างๆ เช่น วารสารกสิกรรมและสัตววิทยา ปี2562 และ รายงาน ผลงานวิจัยประจำปี 2560 และปี2561 ของ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช วารสารกรมวิชาการเกษตร เป็นต้น เพื่อให้ให้นักวิชาการด้านการเกษตร และ ผู้สนใจ ทุกภาคส่วน นำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงทางวิชาการ

11. คำขอบคุณ ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกพริก อำเภอห้วยกระเจา อำเภอนำมะรุ้ง และอำเภอนำมะรุ้ง จังหวัดกาญจนบุรี

12. เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2559. ยุทธศาสตร์การพัฒนางานวิจัยพริก พ.ศ.2559 - 2563. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 10 หน้า.

รัตนาน ชะพงษ์ อูราพร หนูนารถ และสมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี. 2553. ผลกระทบของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolff). หน้า 446-459. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2552 เล่มที่ 1 ลำดับเลขที่ 3/2553 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2559. แมลงศัตรูผักและการป้องกันกำจัด. ใน เอกสารวิชาการ แมลงศัตรูผักเห็ดและไม้ดอก. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. 74 หน้า.

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. 2560. GAP พริก. สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://hort.ezathai.org/?p=2508> (8 กรกฎาคม 2560)

อัจฉรา ตันติโชดก. 2544. ปีที่: การควบคุมแมลงศัตรูพืช. หน้า 183-208. ใน: เอกสารวิชาการ การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน. กองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Ameta, A. K. 2018. Efficacy of flubendiamide against *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Spodoptera litura* (Fabricius) in chilli. (Online). Available: http://d.wanfangdata.com.cn/NSTLQK_NSTL_QK16657829.aspx (June 8, 2018).

Azizur, R. and S. Ram. 2007. Toxicity of lufenuron against *Spodoptera litura* and *Spilarctia oblique*. Annual Plant Protection Science. 15(1):253–257.

Chen,W.,T.Shi,Y.Wu and Y.Yang. 2013.Insecticide Resistance Status of Field Populations of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) from China. Journal of Economic Entomology.106(5)2608-2613

Chen,W.,T.Shi,Y.Wu and Y.Yang. 2013.Insecticide Resistance Status of Field Populations of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) from China. Journal of Economic Entomology.106(5)2608-2613

Cook, D. R., B. R. Leonard and J. Gore. 2018. Field and laboratory performance of novel insecticides against armyworms (Lepidoptera : Noctuidae). (online). Available: <https://www.jstor.org/stable/3496425> (July 8, 2018).

- Denholm, I. and M.W. Rowland. 1992. Tactics for managing pesticide resistance in arthropods : Theory and practice. Annual Review of Entomology. 37:91-112.
- Dharma, P. K., T. Madhumathi, P. Arjuna Rao and V. Srinivasa Rao. 2018. Toxicity of insecticides to resistant strain of *Spodoptera litura* (Fabricius) on cotton. (online). Available: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=-ijor:apps&volume=5&issue=&article=018> (June 8, 2018).
- Gadhiya, H. A., P. K. Borad and J. B. Bhut. 2014. Effectiveness of synthetic insecticides against *Helicoverpa armigera* (Hübner) hardwick and *Spodoptera litura* (Fabricius) infesting groundnut. The Bioscan. 9(1):23-26.
- Greg, T.H., M. Ziegler and P.G. Marçon. 2009. Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode of action groups. Pest Management. Science. 65(9):969-974.
- IRAC. 2018 . Insecticide resistance action committee: Resistance management for sustainable agriculture and improve public health. Crop life international. (online). Available: <http://www.iraconline.org> (July 1, 2018).
- Kang.E.J.,M.G.Kang,M.J.Seo and S.N.Park.2017.Toxicological Effects of Some Insecticides against Welsh Onion Beet Armyworm (*Spodoptera exigua*). (online) Available.<https://www.researchgate.net/publication/264188866> (July8,2017)
- Lai.T. and J.Su.2011. Effects of chlorantraniliprole on development and reproduction of beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner). Journal of Pest Science. 84(3):381-386
- Masanori, T., H. Nakao, T. Furuya, A. Seo, H. Kodama, K. Tsubata, S. Fujioka, H. Kodama, T. Hirooka and T. Nishimatsu. 2005. Flubendiamide, a novel insecticides highly active against lepidopterous insect pests. Journal Pesticide Science. 30(4):354 -360.
- Masui, S. and M. Ikeda. 2018. Activities of insecticides against *Spodoptera litura* (Fabricius) in Shizuoka Prefecture. (online). Available: <http://sciencelinks.jp/j-ast/article/199915/000019991599A0519894.php> (June 8, 2018).
- Osorio.A.,A.M.Martínez,M.I.Schneider,O.Díaz,J.L.Corrales,M.C.Avilés,G.Smagghe and S.Pineda.2008.Monitoring of beet armyworm resistance to spinosad and

- methoxyfenozide in Mexico. *Pest Management Science*. 64(10):1001-1007.
- Pang, Y. H., X. Ming, Z. Yong, P. Yongqiang and W. Gang. 2018. Study on the sensitivity of *Spodoptera litura* (Fabricius) and *Spodoptera exigua* (Hübner) larvae to insecticides in tobacco fields. (online). Available: <http://www.tobacco.org.cn/src/bjnews/issue/172/2007/2/en0702-a9.jsp> (June 3, 2018).
- Rang, R. G. V., J. A. Wightman and D. V. R. Rao. 2018. World review of the natural enemies and diseases *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera : Noctuidae). (online). Available: <https://www.cambridge.org/core/journals/international-journal-of-tropical-insect-science/article/world-review-of-the-natural-enemies-and-diseases-of-spodoptera-litura-f-lepidoptera-noctuidae> (June 3, 2018).
- Samuel, P., F. Budia, M. I. Schneider, A. Gobbi, E. Vinuela, J. Valle and P. D. Estal. 2018. Effects of two biorational insecticides, spinosad and methoxyfenozide, on *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. (online). Available: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/97/6/1906/2218171> (June 3, 2018).
- Sarfraz, A. S., A. H. Sayyed, S. Fazal, M. A. Saleem, S. Muhammad and Z. M. Ali. 2012. Field evolved resistance to carbamates, organophosphates, pyrethroids, and new chemistry insecticides in *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Pest Science*. 85(1):153-162.
- Zhou.C.,Y.Liu,W.Yu,Z.Deng,M.Gao,F.Liu and W.Mu.2017.Resistance of *Spodoptera exigua* to ten insecticides in Shandong, China. (online) Available.<https://link.springer.com/article/10.10/s12600-011-0157-5> (July4,2017)

13. ภาคผนวก

Table 1. Average number of larvae common cutworm and stink bug on chili before and after spraying *Bacillus thuringiensis* and some insecticides at Huai Krachao district, Kanchanaburi province during December 2016 - March 2017 (Trail 1)

Treatment	Rate of application (ml./20 litres of water)	Average Number of larvae common cutworm per 10 plants ^{1/}				Average number of stink bug/40 plants ^{1/2/}
		Before spraying	After spraying			
			1 st	2 nd	3 rd	
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	100	23.3	3.5 a	2.0 a	0.3 a	0 c
2. chlorantraniliprole 5.17%W/V SC	30	14.0	10.5 bc	8.5 b	6.3 bc	1.3 c
3. emamectinbenzoate 1.92%W/V EC	30	19.8	7.5 ab	5.5 ab	1.5 ab	0.8 c
4. lufenuron 5%W/V EC	40	18.8	3.8 a	1.5 a	0 a	0 c
5. spinetoram 12%W/V SC	20	14.5	6.0 ab	4.5 ab	1.5 ab	0 c
6. indoxacarb 15%W/V EC	20	18.0	10.3 bc	8.0 b	5.3 bc	0.5 c
7. chlorfenapyr 10% W/V SC	40	18.0	2.8 a	2.0 a	0 a	0 c
8. methoxyfenozide 24% W/V SC	30	20.3	4.0 a	2.0 a	0.3 a	0 c
9. control	-	16.3	22.3 d	25.5 d	23.8 d	5.3 a
CV (%)		39.7	41.6	40.5	68.8	75.6
R.E. (%)		-	-	68.4	49.5	-

^{1/} Number followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

^{2/} Number of stink bug per 40 plants average from 4 replications 3 times

Table 2. Average marketable yields and product cost of insecticide on chili at Huai Krachao district, Kanchanaburi province during December 2016 - March 2017 (Trail 1)

กรรมวิธี	Rate of application (mL./20 litres of water)	Marketable yields ^{1/} (kg./20plants)	Product cost of insecticide (baht/20plants/time)
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	100	3.6 c	1.31
2. chlorantraniliprole 5.17%W/V SC	30	5.7 a	1.95
3. emamectinbenzoate1.92%W/V EC	30	4.5 bc	3.64
4. lufenuron 5%W/V EC	40	5.3 ab	2.26
5. spinetoram 12%W/V SC	20	6.3 a	2.85
6. indoxacarb 15%W/V EC	20	5.3 ab	2.20
7. chlorfenapyr 10% W/V SC	40	4.2 c	4.70
8. methoxyfenozide 24% W/V SC	30	6.1 a	2.44
9. control	-	2.4 d	0
CV %		12.3	

^{1/}Number followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

Table 3. Average number of larvae common cutworm and stink bug on chili before and after spraying *Bacillus thuringiensis* and some insecticides at Ta Maka district, Kanchanaburi province during March–June 2018 (Trail 2)

Treatment	Rate of application (ml./20 litres of water)	Number of larvae common cutworm per 10 plants ^{1/}				Number of stink bug /40 plants ^{1/2/}
		Before spraying	After spraying			
			1 st	2 nd	3 rd	
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	80	20.8	19.3 b	12.8 b	9.8 b	4.3 b
2. emamectin benzoate 1.92%W/V EC	20	16.0	8.3 a	2.8 a	0 a	0.5 cd
3. lufenuron 5%W/V EC	30	17.0	13.8 ab	8.5 ab	4.8 ab	1.0 cd
4. methoxyfenozide 24% W/V SC	20	15.3	13.3 ab	6.5 ab	3.3 ab	0.8 cd
5. indoxacarb 15%W/V EC	15	21.8	7.3 a	2.3 a	0 a	0 d
6. spinetoram 12%W/V SC	20	17.0	12.3 ab	8.5 ab	2.8 ab	0.8 cd
7. deltamethrin 3%W/V EC	30	24.0	18.8 b	12.8 b	9.0 b	1.8 c
8. chlorantraniliprole 5.17%W/V SC	20	25.3	8.8 a	2.0 a	0 a	0.3 cd
9. chlorfenapyr 10% W/V SC	30	15.0	9.8 a	3.0 a	0 a	0.5 cd
10. control	-	15.8	24.8 c	29.3 c	31.8 c	8.5 a
CV (%)		44.9	43.3	48.1	86.0	57.5
R.E. (%)		-	-	85.3	65.2	-

^{1/} Number followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

^{2/} Number of stink bug per 40 plants average from 4 replications 3 times

Table 4. Average marketable yields and product cost of insecticide on chili at Ta Maka district, Kanchanaburi province during March–June 2018 (Trail 2)

กรรมวิธี	Rate of application (mL./20 litres of water)	Marketable yields ^{1/} (kg./20plants)	Product cost of insecticide (baht/20plants/time)
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	80	3.1 e	3.15
2. emamectin benzoate 1.92%W/V EC	20	5.6 ab	4.90
3. lufenuron 5%W/V EC	30	4.5 cde	3.83
4. methoxyfenozide 24% W/V SC	20	5.0 bc	5.11
5. indoxacarb 15%W/V EC	15	6.6 a	4.67
6. spinetoram 12%W/V SC	20	4.7 cd	8.05
7. deltamethrin 3%W/V EC	30	3.9 de	2.21
8. chlorantraniliprole 5.17%W/V SC	20	6.2 a	3.78
9. chlorfenapyr 10% W/V SC	30	5.8 ab	11.55
10. control	-	1.9 f	0
CV %		14.1	

^{1/}Number followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

Table 5. Average number of larvae common cutworm and stink bug on chili before and after spraying *Bacillus thuringiensis* and some insecticides at Ta Muang district, Kanchanaburi province during November 2017– February 2018 (Trail 1)

Treatment	Rate of application (ml./20 litres of water)	Average Number of larvae common cutworm per 10 plants ^{1/}				Average number of stink bug/40 plants ^{1/2/}
		Before spraying	After spraying			
			1 st	2 nd	3 rd	
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	80	19.8	14.3 c	11.5 c	8.0 c	2.8 b
2. emamectin benzoate 1.92%W/V EC	20	23.3	3.5 a	2.0 a	0.3 a	0 c
3. lufenuron 5%W/V EC	30	14.0	10.5 bc	8.5 b	6.3 bc	1.3 c
4. methoxyfenozide 24% W/V SC	20	19.8	7.5 ab	5.5 ab	1.5 ab	0.8 c
5. indoxacarb 15%W/V EC	15	18.8	3.8 a	1.5 a	0 a	0 c
6. spinetoram 12%W/V SC	20	14.5	6.0 ab	4.5 ab	1.5 ab	0 c
7. deltamethrin 3%W/V EC	30	18.0	10.3 bc	8.0 b	5.3 bc	0.5 c
8. chlorantraniliprole 5.17%W/V SC	20	18.0	2.8 a	2.0 a	0 a	0 c
9. chlorfenapyr 10% W/V SC	30	20.3	4.0 a	2.0 a	0.3 a	0 c
10. control	-	16.3	22.3 d	25.5 d	23.8 d	5.3 a
CV (%)		39.7	41.6	40.5	68.8	75.6
R.E. (%)		-	-	68.4	49.5	-

^{1/} Number followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

^{2/} Number of stink bug per 40 plants average from 4 replications 3 times

Table 6. Average marketable yields and product cost of insecticide on chili at Ta Muang district, Kanchanaburi province during November 2017–February 2018 (Trail 1)

กรรมวิธี	Rate of application (mL./20 litres of water)	Marketable yields ^{1/} (kg./20plants)	Product cost of insecticide (baht/20plants/time)
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	80	3.6 c	3.15
2. emamectin benzoate 1.92%W/V EC	20	5.7 a	4.90
3. lufenuron 5%W/V EC	30	4.5 bc	3.83
4. methoxyfenozide 24% W/V SC	20	5.3 ab	5.11
5. indoxacarb 15%W/V EC	15	6.3 a	4.67
6. spinetoram 12%W/V SC	20	5.3 ab	8.05
7. deltamethrin 3%W/V EC	30	4.2 c	2.21
8. chlorantraniliprole 5.17%W/V SC	20	6.1 a	3.78
9. chlorfenapyr 10% W/V SC	30	5.9 a	11.55
10. control	-	2.4 d	0
CV %		12.3	

^{1/}Number followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

Table 7. Average number of larvae common cutworm and stink bug on chili before and after spraying *Bacillus thuringiensis* and some insecticides at Ta Maka district, Kanchanaburi province during March–June 2018 (Trail 2)

Treatment	Rate of application (ml./20 litres of water)	Number of larvae common cutworm per 10 plants ^{1/}				Number of stink bug /40 plants ^{1/2/}
		Before spraying	After spraying			
			1 st	2 nd	3 rd	
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	80	20.8	19.3 b	12.8 b	9.8 b	4.3 b
2. emamectin benzoate 1.92%W/V EC	20	16.0	8.3 a	2.8 a	0 a	0.5 cd
3. lufenuron 5%W/V EC	30	17.0	13.8 ab	8.5 ab	4.8 ab	1.0 cd
4. methoxyfenozide 24% W/V SC	20	15.3	13.3 ab	6.5 ab	3.3 ab	0.8 cd
5. indoxacarb 15%W/V EC	15	21.8	7.3 a	2.3 a	0 a	0 d
6. spinetoram 12%W/V SC	20	17.0	12.3 ab	8.5 ab	2.8 ab	0.8 cd
7. deltamethrin 3%W/V EC	30	24.0	18.8 b	12.8 b	9.0 b	1.8 c
8. chlorantraniliprole 5.17%W/V SC	20	25.3	8.8 a	2.0 a	0 a	0.3 cd
9. chlorfenapyr 10% W/V SC	30	15.0	9.8 a	3.0 a	0 a	0.5 cd
10. control	-	15.8	24.8 c	29.3 c	31.8 c	8.5 a
CV (%)		44.9	43.3	48.1	86.0	57.5
R.E. (%)		-	-	85.3	65.2	-

^{1/} Number followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.

^{2/} Number of stink bug per 40 plants average from 4 replications 3 times

Table 8. Average marketable yields and product cost of insecticide on chili at Ta Maka district, Kanchanaburi province during March–June 2018 (Trail 2)

กรรมวิธี	Rate of application (mL./20 litres of water)	Marketable yields ^{1/} (kg./20plants)	Product cost of insecticide (baht/20plants/time)
1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	80	3.1 e	3.15
2. emamectin benzoate 1.92%W/V EC	20	5.6 ab	4.90
3. lufenuron 5%W/V EC	30	4.5 cde	3.83
4. methoxyfenozide 24% W/V SC	20	5.0 bc	5.11
5. indoxacarb 15%W/V EC	15	6.6 a	4.67
6. spinetoram 12%W/V SC	20	4.7 cd	8.05
7. deltamethrin 3%W/V EC	30	3.9 de	2.21
8. chlorantraniliprole 5.17%W/V SC	20	6.2 a	3.78
9. chlorfenapyr 10% W/V SC	30	5.8 ab	11.55
10. control	-	1.9 f	0
CV %		14.1	

^{1/}Number followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's new multiple range test.