

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้
ประโยชน์ของชีวภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์
2. โครงการวิจัย : วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการ
ควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ
- กิจกรรม : การผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลง ไร และสัตว์
ศัตรูพืช
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ทดสอบผลของสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวต่อแมลงศัตรู
ธรรมชาติของหนอนหัวดำมะพร้าว (*Opisina arenosella* Walker)
- ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Effect of Coconut Insect Pests Insecticides on the Natural
Enemies of Coconut Black-Headed Caterpillar (*Opisina
arenosella* Walker)
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- | | | |
|-----------------|-------------------------|------------------------------|
| หัวหน้าการทดลอง | : ภัททิรา ศาสตร์วงศ์ | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |
| ผู้ร่วมงาน | : พชรวิวัฒน์ จงจิตเมตต์ | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |
| | : ญัฐิณี ศิริมาจันทร์ | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |
| | : วินิภา ชาลีการ | สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช |

5. บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวต่อแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนหัวดำมะพร้าว (*Opisina arenosella* Walker) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แตนเบียนโกนิโอซิส นีแฟนติดีส (*Goniozus nephantidis*) แตนเบียนบราคอน (*Bracon* sp.) และแตนเบียนไซโตรโคแกรมมา (*Trichogramma confusum*) ดำเนินการทดสอบในห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ตั้งแต่ เดือนตุลาคม 2561-กันยายน 2563 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 12 กรรมวิธี ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl,

lambdacyhalothrin, chlorantraniliprole, flubendiamide, lufenuron, cypermethrin, emamectin benzoate, abamectin และชุดควบคุม ทดสอบความเป็นพิษด้วยวิธี dry film method แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง 1, 7 และ 14 วัน บันทึกอัตราการตายที่ 24 และ 48 ชั่วโมง

จากการทดสอบกับ *G. nephantidis* พบว่า abamectin ไม่มีความเป็นพิษต่อ *G. nephantidis* หลังจากเคลือบสารไปแล้ว 1 วัน สารเคมีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ chlorantraniliprole, flubendiamide, lufenuron และ emamectin benzoate ไม่มีความเป็นพิษต่อแตนเบียนโกนิโอซัส เมื่อเคลือบสารทิ้งไว้ 7 และ 14 วัน ดังนั้นสามารถปล่อยแตนเบียนโกนิโอซัส ได้หลังจากพ่นสารในแปลงแล้วเป็นเวลา 7 วันขึ้นไป สำหรับ thiamethoxam, imidacloprid และ lambdacyhalothrin มีความเป็นพิษน้อย-ปานกลาง แต่ chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin มีความเป็นพิษร้ายแรงต่อแตนเบียนโกนิโอซัส ทำให้แตนเบียนตาย 100% หลังจากเคลือบสารทิ้งไว้ 1, 7 และ 14 วัน

จากการทดสอบกับ *Bracon* sp. พบว่า emamectin benzoate และ abamectin ไม่มีความเป็นพิษต่อแตนเบียนบราคอน หลังจากเคลือบสารไปแล้ว 1 และ 7 วัน สารเคมีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ chlorantraniliprole และ flubendiamide ไม่มีความเป็นพิษต่อแตนเบียนบราคอน เมื่อเคลือบสารทิ้งไว้ 14 วัน ดังนั้นสามารถปล่อยแตนเบียนบราคอนได้หลังจากพ่นสารในแปลงแล้วเป็นเวลา 14 วันขึ้นไป สำหรับสาร 7 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, lambdacyhalothrin และ lufenuron มีความเป็นพิษต่อแตนเบียนบราคอนน้อย-ปานกลาง และ chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin มีความเป็นพิษร้ายแรงต่อแตนเบียนบราคอน ทำให้แตนเบียนตาย 100% หลังจากเคลือบสารทิ้งไว้ 1, 7 และ 14 วัน ดังนั้นหากจำเป็นต้องใช้สารเคมีทั้ง 7 ชนิดดังกล่าวแล้ว ไม่ควรปล่อยแตนเบียนบราคอนในช่วงเวลา 1-14 วัน เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อแตนเบียนบราคอน

จากการทดสอบกับ *T. confusum* พบสาร 4 ชนิด ได้แก่ flubendiamide, lufenuron, emamectin benzoate และ abamectin มีความเป็นพิษน้อยต่อแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา หลังจากเคลือบสารไปแล้ว 7 และ 14 วัน สามารถปล่อยแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมาได้หลังจากพ่นสารในแปลงแล้ว 14 วันขึ้นไป สำหรับสาร 7 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambdacyhalothrin, chlorantraniliprole และ cypermethrin มีความเป็นพิษร้ายแรงต่อแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา ทำให้แตนเบียนตาย 100% หลังจากเคลือบสารทิ้งไว้ 1, 7 และ 14 วัน

Abstract

The study aimed to test the lethal effect of different insecticides on three natural enemies - *Goniozus nephantidis*, *Bracon* sp. and *Trichogramma confusum* of coconut black-headed caterpillar (*Opisina arenosella* Walker). The experiment was carried out in laboratory condition at the Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture during October 2018 - September 2020. Selected insecticides were evaluated in a completely randomized design. Total 12

treatments comprising of thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambda-cyhalothrin, chlorantraniliprole, flubendiamide, lufenuron, cypermethrin, emamectin benzoate, abamectin and untreated control were investigated with 4 replications. Toxicity bioassay employed the dry film method at 1, 7, and 14 days and mortality percentage was recorded 24 and 48 hours after application.

The study on *G. nephantidis* revealed that abamectin was harmless to *G. nephantidis* a day after treatment (DAT), followed by chlorantraniliprole, flubendiamide, lufenuron and emamectin benzoate which were found to be harmless at 7 and 14 DAT. Therefore, in field application, *G. nephantidis* can be released around a week after chemical treatment. In case of thiamethoxam, imidacloprid and lambda-cyhalothrin, the toxicity was low to moderate whereas chlorpyrifos, carbaryl and cypermethrin gave 100% mortality on *G. nephantidis* at 7 and 14 DAT.

Effect on the parasitoid wasp *Bracon* sp. showed that emamectin benzoate and abamectin was harmless to *Bracon* sp. at 1 and 7 DAT while chlorantraniliprole and flubendiamide caused no toxic at 14 DAT. We suggest to apply *Bracon* sp. in coconut plantation site 2 weeks after all 4 insecticides application. Seven insecticides (thiamethoxam, imidacloprid, lambda-cyhalothrin and lufenuron) gave low to moderate lethal effect while chlorpyrifos, carbaryl and cypermethrin influenced *Bracon* sp. 100% mortality at 1, 7 and 14 DAT. Therefore, the parasitoid can be safely led into the field within 2 weeks after spraying of chemical insecticides in order to minimize *Bracon* sp. mortality.

Application of 4 insecticides (flubendiamide, lufenuron, emamectin benzoate and abamectin) resulted in the lowest toxicity on *T. confusum* at 7 and 14 DAT. These insecticides will be the safest pesticide for the parasitoid wasp after 14-day treatment in field condition. The rest of the studied chemicals were the most toxic insecticides for *T. confusum* at 1, 7 and 14 days after treatment.

6. คำนำ

ในปัจจุบันแหล่งปลูกมะพร้าวในประเทศไทย ประสบปัญหาแมลงศัตรูมะพร้าวระบาด ประกอบกับภัยแล้งที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้พื้นที่การระบาดของศัตรูมะพร้าวขยายวงกว้างออกไปอย่างรวดเร็ว แมลงศัตรูมะพร้าวที่กำลังระบาดเป็นปัญหาหนักและเร่งด่วนอยู่ในขณะนี้ ได้แก่ หนอนหัวดำมะพร้าว (*Opisina arenosella* Walker) ซึ่งหากการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวระบาดรุนแรง และติดต่อกันเป็นเวลานาน สามารถทำให้ต้นมะพร้าวตายได้ เพื่อแก้ปัญหาการระบาดของหนอนหัวดำ

มะพร้าว อัมพร และคณะ (2556) รายงานว่า กรมวิชาการเกษตรได้นำเข้าแตนเบียนโกนิโอซิส นีแฟนติดีส (*G. nephantidis*) จากสาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2555 ทดสอบตามขั้นตอนกระบวนการกักกันศัตรูพืชต่างถิ่นเรียบร้อยแล้ว และได้ปล่อยสู่ธรรมชาติแล้ว โดยแนะนำให้ปล่อยตัวเต็มวัยเพศเมีย อัตรา 200 ตัว/ไร่ ทุก 7 วัน ต่อเนื่อง 1 เดือน หากสามารถปล่อยแตนเบียนโกนิโอซิสได้ในปริมาณมากขึ้น จะทำให้เห็นผลในการควบคุมเร็วขึ้น นักวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ทำการศึกษาค้นคว้าการใช้แตนเบียนหนอน (*Bracon* sp.) ปล่อยอัตราไร่ละ 200 ตัว จำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7-10 วัน และกรมส่งเสริมการเกษตรผลิตแตนเบียนไซไทรโคแกรมมา (*Trichogramma* sp.) ปล่อยไร่ละ 20,000 ตัว จำนวน 2-3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 15 วัน อย่างไรก็ตามในมะพร้าวมีแมลงศัตรูพืชเข้าทำลายหลายชนิด โดยมีการแนะนำให้ใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวชนิดอื่นๆ รวมถึงหนอนหัวด้ามะพร้าวด้วย ซึ่งการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมดุลทางธรรมชาติของแมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งจะไปทำลายศัตรูธรรมชาติทำให้สมดุลธรรมชาติเปลี่ยนไป ในการปล่อยแมลงศัตรูธรรมชาติทั้งก่อนปล่อยและหลังปล่อยนั้น เป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ จึงเป็นหนทางที่จะช่วยเพิ่มพูนประสิทธิภาพของแมลงศัตรูธรรมชาติทั้งที่ปล่อยและที่มีในธรรมชาติ

การควบคุมตามธรรมชาติหรือโดยชีววิธีจะไม่ได้ผลดีเพียงพอ หากสภาพแวดล้อมถูกทำลายไปเนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เกษตรกรยังมีการใช้สารป้องกันกำจัดแมลง ซึ่งจะไปทำให้สมดุลธรรมชาติเปลี่ยนไป มีผลกระทบต่อความมีชีวิตรอดและประสิทธิภาพของแมลงศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้หากเราเลือกใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้อย่างถูกต้อง โดยใช้อย่างระมัดระวังและให้มีผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด หากทราบถึงผลกระทบของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อศัตรูธรรมชาติ จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน เพื่อรักษาหรือช่วยให้เข้าสู่สภาพสมดุลธรรมชาติให้ได้มากที่สุด

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. แตนเบียนโกนิโอซิส นีแฟนติดีส (*G. nephantidis*) แตนเบียนบราคอน (*Bracon* sp.) และแตนเบียนไซไทรโคแกรมมา (*T. confusum*)
2. สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าว จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambdacyhalothrin, chlorantraniliprole, flubendiamide, lufenuron, cypermethrin, emamectin benzoate และ abamectin

3. อุปกรณ์เลี้ยงและเก็บตัวอย่างแมลง เช่น ชั้นเลี้ยงแมลง กรงเลี้ยงแมลง กล่องเลี้ยงแมลง ปากคืบ กล่องพลาสติก หลอดดูดแมลง แวนขยาย ผ่าติบ ผ่าตาข่าย พู่กัน น้ำผึ้ง สำลีกระดาษไข กระจกชนิดน้ำ ยางรัด ขวดแก้ว กระดาษทิชชู และแอลกอฮอล์ ฯลฯ

4. อุปกรณ์ใช้สำหรับทดสอบ เช่น กล่องพลาสติก ปากคืบ หลอดพลาสติก กระจกพลาสติก หลอดทดลอง ปิเปต ปีกเกอร์ และแผ่นพาราฟิน ฯลฯ

5. วัสดุเลี้ยงแมลง เช่น รำข้าว น้ำตาลทราย ปลายข้าว และใบมะพร้าว

6. เครื่องวัดอุณหภูมิ-ความชื้น (Thermo hygrometer)

7. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ

- วิธีการ

ทดสอบผลของสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวต่อแตนเบียน จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แตนเบียนโกนิโอซัส นิแฟนติดีส (*G. nephantidis*) (ทดสอบปี 2562) แตนเบียนบราคอน (*Bracon* sp.) (ทดสอบปี 2563) และแตนเบียนไซโตโรแกรมมา (*T. confusum*) (ทดสอบปี 2563) ในห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 12 กรรมวิธี ดังนี้

1. thiamethoxam 25%WG	อัตรา 8 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
2. imidacloprid 70%WS	อัตรา 5 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
3. chlorpyrifos 40% EC	อัตรา 80 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
4. carbaryl 85% WP	อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
5. lambdacyhalothrin 2.5% EC	อัตรา 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
6. chlorantraniliprole 5.17% SC	อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
7. flubendiamide 20% WG	อัตรา 5 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
8. lufenuron 5% EC	อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
9. cypermethrin 35% EC	อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
10. emamectin benzoate 1.92% EC	อัตรา 15 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
11. abamectin 1.8% W/V EC	อัตรา 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
12. control	

ขั้นตอนการทดลอง :

1. เตรียมสารละลายสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวตามกรรมวิธีต่างๆ ทำการทดสอบแบบ dry film method โดยการเทสารป้องกันกำจัดแมลงแต่ละกรรมวิธีที่กำหนดลงในหลอดทดลองขนาด 13 x 100 มิลลิเมตร ให้เต็มหลอด ทิ้งไว้ 5 วินาที เพื่อให้สารเคลือบพื้นผิวหลอดภายในทั้งหมด

2. เทสารออกจากหลอดทดลอง แล้ววางหลอดทดลองทิ้งไว้ให้แห้งพ้นจากแสงแดด โดยทิ้งไว้ 1 วัน, 7 วัน และ 14 วัน หลังเคลือบสารฯ

3. เมื่อครบกำหนดวันหลังเคลื่อนสารตามกำหนด ให้นำน้ำผึ้งโดยหยดลงบนกระดาษทิชชูติดไว้บริเวณ ผ่าหลอด จากนั้นปล่อยแตนเบียนเข้าไปในหลอดทดลองที่เตรียมไว้ จำนวนหลอดละ 7 ตัว (เพศผู้ 2 ตัว และ เพศเมีย 5 ตัว) ปิดด้วยผ้าขาวบางแล้วใช้ยางรัด

4. ตรวจนับจำนวนตัวแตนเบียนที่ตาย หลังทิ้งไว้ให้แตนเบียนสัมผัสสารแล้ว 24 และ 48 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดระดับความเป็นพิษของ IOBC ตามวิธีการของ Hassan

การบันทึกข้อมูล :

1. ตรวจนับจำนวนแตนเบียนที่ตายหลังการทดลอง 24 และ 48 ชั่วโมง

2. จัดระดับความเป็นพิษของสารฯ ตามวิธีการจัดลำดับความเป็นพิษของ IOBC (Hassan, 1994) ดังนี้

ไม่มีพิษ (harmless) มีเปอร์เซ็นต์ตาย < 30%

มีพิษน้อย (slightly harmful) มีเปอร์เซ็นต์ตาย 30 - 79%

มีพิษปานกลาง (moderately harmful) มีเปอร์เซ็นต์ตาย 80 - 99%

มีพิษร้ายแรง (harmful) มีเปอร์เซ็นต์ตาย > 99%

3. เมื่อพบแตนเบียนในชุดควบคุม (control) ตาย 5-20% จะทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตาย โดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) แต่ถ้าตายเกิน 20% จะทำการทดลองใหม่

$$\% \text{ Corrected Mortality} = \frac{\% \text{ test mortality} - \% \text{ control mortality}}{100 - \% \text{ control mortality}} \times 100$$

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ :

นับจำนวนตัวแตนเบียนที่ตาย มาวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบผลทางสถิติ

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2561 - สิ้นสุด กันยายน 2563

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตว

วิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวต่อแตนเบียนโกนิโอซิส นีแพนติดีส (*G. nephantidis*) หลังเคลื่อนสารทิ้งไว้ 1 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง พบว่า สารจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin สามารถทำให้แตนเบียนตายได้ สูงสุดถึง 100% รองลงมาคือ imidacloprid, lambdacyhalothrin, flubendiamide, chlorantraniliprole และ lufenuron ทำให้แตนเบียนตาย 82.14, 33.93, 64.29, 51.79 และ 33.93% ซึ่งพบความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (1.79%) ยกเว้น emamectin benzoate (21.43%) และ abamectin (17.86%) สำหรับผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมง พบว่า สารทั้ง 11 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam (100%), chlorpyrifos (100%), carbaryl (100%), cypermethrin (100%), imidacloprid, (92.85%), lambdacyhalothrin (76.78%), flubendiamide (73.21%), chlorantraniliprole (57.14%), lufenuron (55.35%), emamectin benzoate (32.15%) และ abamectin (26.79%) พบการตายของแตนเบียนสูงกว่าและ

แตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม (1.79%) ผลของการจัดระดับความเป็นพิษของ IOBC ตามวิธีการของ Hassan (1994) พบว่า สารที่มีพิษร้ายแรง (>99%) มี 4 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin สารที่มีพิษปานกลาง (80-99%) มี 1 ชนิด คือ imidacloprid สารที่มีพิษน้อย (30-79%) พบ 5 ชนิด ได้แก่ lambdacyhalothrin, flubendiamide, chlorantraniliprole, lufenuron และ emamectin benzoate และสารเคมีที่ทำให้แตนเบียนตาย <30% พบเพียง 1 ชนิด คือ abamectin (Table 1)

หลังเคลื่อนย้ายสารทิ้งไว้ 7 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง พบว่า chlorpyrifos ทำให้แตนเบียนตายสูงสุด 100% รองลงมา ได้แก่ carbaryl (89.29%), cypermethrin (98.22%), thiamethoxam (83.93%), imidacloprid (57.14%) และ lambdacyhalothrin (28.57%) พบความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (1.79%) ยกเว้น flubendiamide (14.29%), emamectin benzoate (5.36%), chlorantraniliprole (7.14%), abamectin (0.00%) และ lufenuron (1.79%) พบการตายของแตนเบียนไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม สำหรับผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมง พบว่า chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin สามารถทำให้แตนเบียนตายได้ 100% รองลงมา ได้แก่ thiamethoxam (91.07%), imidacloprid (83.93%), lambdacyhalothrin (57.14%) และ flubendiamide (19.64%) พบความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (1.79%) ยกเว้น emamectin benzoate (10.72%), chlorantraniliprole (8.93%), abamectin (3.57%) และ lufenuron (1.79%) พบการตายของแตนเบียนไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม ผลของการจัดระดับความเป็นพิษ พบสารที่มีพิษร้ายแรง 3 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin พบสารที่มีพิษปานกลาง 2 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam และ imidacloprid พบสารที่มีพิษน้อย 1 ชนิด คือ lambdacyhalothrin และสารที่ทำให้แตนเบียนตาย <30% พบ 5 ชนิด ได้แก่ flubendiamide, emamectin benzoate, chlorantraniliprole, abamectin และ lufenuron (Table 2)

หลังเคลื่อนย้ายสารทิ้งไว้ 14 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง พบว่า chlorpyrifos สามารถทำให้แตนเบียนตายสูงสุด 100% รองลงมา ได้แก่ cypermethrin (91.07%), carbaryl (89.29%), thiamethoxam (62.50%) และ imidacloprid (60.72%) ซึ่งพบความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (3.57%) ยกเว้น lambdacyhalothrin (5.36%), abamectin (3.57%), lufenuron (1.79%), chlorantraniliprole (1.79%), flubendiamide (0.00%) และ emamectin benzoate (1.79%) พบการตายของแตนเบียนไม่แตกต่างกับชุดควบคุม สำหรับผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมง พบว่า chlorpyrifos และ cypermethrin ทำให้แตนเบียนตายสูงสุด 100% รองลงมา ได้แก่ carbaryl (92.86%), thiamethoxam (75.00%), imidacloprid (75.00%) และ lambdacyhalothrin (37.50%) พบความแตกต่างกับชุดควบคุม (3.57%) ยกเว้น abamectin (3.57%), lufenuron (3.57%), chlorantraniliprole (1.79%), flubendiamide (1.79%) และ emamectin benzoate (1.79%) พบการตายไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ผลของการจัดระดับความเป็นพิษ พบสารที่มีพิษร้ายแรง 2 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin สารที่มีพิษปานกลาง 1 ชนิด คือ carbaryl สารที่มีพิษน้อย 3 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid

และ lambda-cyhalothrin และสารที่ทำให้แตนเบียนตาย <30% มี 5 ชนิด ได้แก่ abamectin, lufenuron, chlorantraniliprole, flubendiamide และ emamectin benzoate (Table 3)

ผลการทดสอบสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวต่อแตนเบียนบราคอน (*Bracon* sp.) หลังเคลื่อนสารทิ้งไว้ 1 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า สารจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin ทำให้แตนเบียนตายได้สูงถึง 100% รองลงมาคือ lambda-cyhalothrin (92.86, 96.43%), imidacloprid (94.64, 94.64%), thiamethoxam (82.14, 94.64%), lufenuron (51.79, 59.14%), chlorantraniliprole (53.57, 57.36%) และ flubendiamide (51.79, 53.79%) ซึ่งพบความแตกต่างกับชุดควบคุม (1.79, 3.57%) ยกเว้น abamectin (16.07, 16.07%) และ emamectin benzoate (5.36, 8.93%) พบแตนเบียนตายสูงกว่าชุดควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลของการจัดระดับความเป็นพิษ พบสารที่มีพิษร้ายแรง 3 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin สารที่มีพิษปานกลาง 3 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid และ lambda-cyhalothrin สารที่มีพิษน้อย 3 ชนิด คือ chlorantraniliprole, flubendiamide และ lufenuron และสารที่ทำให้แตนเบียนตาย <30% มี 2 ชนิด ได้แก่ emamectin benzoate และ abamectin (Table 4)

หลังเคลื่อนสารทิ้งไว้ 7 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin ทำให้แตนเบียนตายได้สูงถึง 100% รองลงมาคือ thiamethoxam (91.07, 96.43%), imidacloprid (80.36, 94.64%), lufenuron (42.86, 50.00%), lambda-cyhalothrin (37.50, 48.22%), chlorantraniliprole (39.29, 44.65%) และ flubendiamide (39.29, 39.29%) พบความแตกต่างกับชุดควบคุม (0.00, 3.57%) ยกเว้น emamectin benzoate (3.57, 12.50%) และ abamectin (0.00, 12.50%) ไม่พบความแตกต่างกับชุดควบคุม ผลของการจัดระดับความเป็นพิษ พบสารที่มีพิษร้ายแรง 3 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin สารที่มีพิษปานกลาง 2 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam และ imidacloprid สารที่มีพิษน้อย 4 ชนิด คือ lufenuron, lambda-cyhalothrin, chlorantraniliprole และ flubendiamide และสารที่ทำให้แตนเบียนตาย <30% มี 2 ชนิด ได้แก่ emamectin benzoate และ abamectin (Table 5)

หลังเคลื่อนสารทิ้งไว้ 14 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง พบว่า chlorpyrifos และ carbaryl ทำให้แตนเบียนตายได้ 100% รองลงมาคือ cypermethrin (94.64%), thiamethoxam (94.64%), imidacloprid (60.72%), lambda-cyhalothrin (26.78%) และ lufenuron (32.14%) พบความแตกต่างกับชุดควบคุม (0.00%) ยกเว้น chlorantraniliprole (8.93), flubendiamide (12.50%), emamectin benzoate (3.57%) และ abamectin (0.00%) ไม่พบความแตกต่างกับชุดควบคุม สำหรับผลการทดลองที่ 48 ชั่วโมง พบว่า สาร 8 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos (100%), carbaryl (100%), cypermethrin (100%), thiamethoxam (96.43%), imidacloprid (75.00%), lambda-cyhalothrin (58.93%), lufenuron (37.50%), chlorantraniliprole (28.57%) และ flubendiamide (21.43%) พบการตายของแตนเบียนสูงกว่าและแตกต่างกับชุดควบคุม (1.79%) ยกเว้น emamectin benzoate

(3.57%) และ abamectin (0.00%) ผลของการจัดระดับความเป็นพิษ พบสารที่มีพิษร้ายแรง 3 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin สารที่มีพิษปานกลาง 1 ชนิด คือ thiamethoxam สารที่มีพิษน้อย 3 ชนิด คือ imidacloprid, lambdacyhalothrin และ lufenuron และสารที่ทำให้แตนเบียนตาย <30% มีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ chlorantraniliprole, flubendiamide, emamectin benzoate และ abamectin (Table 6)

ผลการทดสอบสารเคมีต่อแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา (*T. confusum*) หลังเคลื่อนสารทิ้งไว้ 1 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า สารจำนวน 9 ชนิด สามารถทำให้แตนเบียนตายได้สูงถึง 100% ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambdacyhalothrin, chlorantraniliprole, cypermethrin, emamectin benzoate และ abamectin รองลงมา คือ flubendiamide (72.38, 88.10%) และ lufenuron (80.27, 88.10%) ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุม (0.00, 0.00%) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลของการจัดระดับความเป็นพิษ พบสารที่มีพิษร้ายแรง 9 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambdacyhalothrin, chlorantraniliprole, cypermethrin, emamectin benzoate และ abamectin และสารที่มีพิษปานกลาง 2 ชนิด ได้แก่ flubendiamide และ lufenuron (Table 7)

หลังเคลื่อนสารทิ้งไว้ 7 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า สารจำนวน 6 ชนิด สามารถทำให้แตนเบียนตายได้สูงสุดถึง 100% ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambdacyhalothrin และ cypermethrin รองลงมา คือ chlorantraniliprole (84.12, 91.84%), flubendiamide (68.26, 87.76%), abamectin (36.51, 79.59%), lufenuron (64.29, 75.51%) และ emamectin benzoate (52.38, 75.51%) และพบความแตกต่างกับชุดควบคุม (0.00, 0.00%) ผลของการจัดระดับความเป็นพิษ พบสารที่มีพิษร้ายแรง 6 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambdacyhalothrin และ cypermethrin สารที่มีพิษปานกลาง 2 ชนิด ได้แก่ chlorantraniliprole และ flubendiamide และพบสารที่มีพิษน้อย 3 ชนิด คือ abamectin, lufenuron และ emamectin benzoate (Table 8)

หลังเคลื่อนสารทิ้งไว้ 14 วัน ตรวจผลการทดลองที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พบสารจำนวน 6 ชนิด ทำให้แตนเบียนตายได้สูงถึง 100% ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambdacyhalothrin และ cypermethrin รองลงมา คือ chlorantraniliprole (80.21, 87.93%), emamectin benzoate (48.55, 63.79%), flubendiamide (36.69, 51.71%), lufenuron (32.73, 47.68%) และ abamectin (32.73, 47.68%) และพบความแตกต่างกับชุดควบคุม (0.00, 0.00%) ผลของการจัดระดับความเป็นพิษ พบสารที่มีพิษร้ายแรง 6 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambdacyhalothrin และ cypermethrin สารที่มีพิษปานกลาง 1 ชนิด ได้แก่ chlorantraniliprole และพบสารที่มีพิษน้อย 4 ชนิด คือ emamectin benzoate, flubendiamide, lufenuron และ abamectin (Table 9)

จากผลการทดสอบข้างต้นมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Khan *et al.* (2009) ทดสอบสารฆ่าแมลงต่อแตนเบียน *B. hebetor* พบว่า chlorpyrifos เป็นพิษร้ายแรงส่งผลให้แตนเบียนตาย 100% หลังการทดสอบ 36 ชั่วโมง ในขณะที่ emamectin benzoate, abamectin, spinosad, indoxacarb และ methoxyfenozide เป็นพิษเพียงเล็กน้อย หลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง และสอดคล้องกับการศึกษาของ Preetha *et al.* (2009) ทดสอบผลของสารป้องกันกำจัดแมลง 10 ชนิด ได้แก่ imidacloprid, thiamethoxam, chlorantraniliprole, clothianidin, pymetrozine, ehofenprox, BPMC, endosulfan, acephate และ chlorantraniliprole 20% + thiamethoxam 20% โดยวิธีการเคลือบสาร ที่หลอดทดลองแล้วปล่อยแตนเบียน *Trichogramma chilonis* พบว่า thiamethoxam มีความเป็นพิษสูงสุด มี LC₅₀ เท่ากับ 0.0014 mg a.i./ลิตร รองลงมาคือ imidacloprid 0.0027 mg a.i./ลิตร สำหรับ acephate และ endosulfan มีความเป็นพิษต่ำ และ chlorantraniliprole ไม่มีความเป็นพิษต่อแตนเบียนชนิดนี้ สำหรับ imidacloprid, thiamethoxam, ehofenprox, BPMC และ chlorantraniliprole 20% + thiamethoxam 20% เป็นอันตรายต่อแตนเบียน ดังนั้นจึงไม่ควรใช้สารเหล่านี้ในโครงการ IPM ในนาข้าว

และไม่สอดคล้องกับการทดลอง Repalle and Shinde (2017) ศึกษาความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ต่อ *G. nephantidis* ภายในห้องปฏิบัติการ อัตราการตายเฉลี่ยที่ 12-72 ชั่วโมง พบว่าการฉีดพ่นน้ำให้กับตัวเต็มวัยของ *G. nephantidis* ปลอดภัยต่อแตนเบียนชนิดนี้ สารเคมี spinosad 45% SC ไม่มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัย (<25%) สำหรับ indoxacarb 15.8% EC, emamectin benzoate 5% SG, quinalphos 25% EC, flubendiamide 39.35% EC และ profenofos 50% EC เป็นพิษเล็กน้อย (25-50%) นอกจากนี้ triazophos 40% EC, dichlorvos 76% EC และ chlorpyrifos 20% EC มีความเป็นพิษในระดับปานกลาง (51-75%)

จะเห็นได้ว่า ความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติ Hassan *et al.* (1994) กล่าวว่า การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแปลงป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสานนั้น ต้องอาศัยความรู้ผลกระทบของสารฯ ต่อแมลงที่มีประโยชน์ ได้แก่ แมลงศัตรูธรรมชาติ และผึ้ง ทำให้สามารถปรับกลยุทธ์เพื่อที่จะลดผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น การเลือกชนิดของสารเคมี ลดอัตราการใช้หรือใช้ในเวลาที่เหมาะสม ช่วยลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำไปใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ ได้

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การทดสอบกับ *G. nephantidis* พบว่า flubendiamide, emamectin benzoate, chlorantraniliprole, abamectin และ lufenuron ไม่มีความเป็นพิษต่อโกนีโอซัส และสามารถปล่อยแตนได้หลังจากพ่นสารในแปลงแล้วเป็นเวลา 7 วันขึ้นไป สาร chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin มีความเป็นพิษร้ายแรง ทำให้แตนเบียนตาย 100% หลังจากเคลือบสารทิ้งไว้ 1, 7 และ 14 วัน

2. การทดสอบกับ *Bracon* sp. พบว่า emamectin benzoate และ abamectin ไม่มีความเป็นพิษต่อแตนเบียน สาร chlorantraniliprole และ flubendiamide สามารถปล่อยแตนได้หลังจากพ่นสารในแปลงแล้วเป็นเวลา 14 วันขึ้นไป สาร chlorpyrifos, carbaryl และ cypermethrin มีความเป็นพิษร้ายแรงต่อแตนเบียน ทำให้ตาย 100% หลังจากเคลือบสารทิ้งไว้ 1, 7 และ 14 วัน

3. การทดสอบกับ *T. confusum* พบสาร 4 ชนิด ได้แก่ emamectin benzoate, flubendiamide, lufenuron และ abamectin มีความเป็นพิษน้อยต่อ *T. confusum* สามารถปล่อยแตนได้หลังจากพ่นสารในแปลงแล้วเป็นเวลา 14 วันขึ้นไป สาร 7 ชนิด ได้แก่ thiamethoxam, imidacloprid, chlorpyrifos, carbaryl, lambda-cyhalothrin และ cypermethrin มีความเป็นพิษร้ายแรงต่อแตนเบียนขึ้นถึง 100% หลังจากเคลือบสารทิ้งไว้ 1, 7 และ 14 วัน

จากผลการทดสอบดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ไม่มีสารเคมีชนิดใดที่มีความปลอดภัยโดยสิ้นเชิงต่อตัวเต็มวัยของแตนเบียนทั้ง 3 ชนิดนี้ ดังนั้นในการเลือกใช้สารเคมีเพื่อที่จะช่วยลดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อแตนเบียนดังกล่าวนั้น ควรพิจารณาให้มีผลกระทบน้อยที่สุดต่อการนำไปใช้ในการควบคุมหนอนหัวด้ามะพร้าวในสภาพไร่

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เกษตรกรสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้เกี่ยวกับผลกระทบของสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวต่อแตนเบียนโกนีโอซัส แตนเบียนบราคอน และแตนเบียนไซเตรโคแกรมมาไปปรับใช้ในสภาพไร่ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ ได้ เพื่อประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย รวมถึงลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอขอบคุณ ดร. เกรียงไกร จำเริญมา ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการดำเนินการทดลอง ขอขอบคุณกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ที่ได้อนุเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูมะพร้าว ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติงานวิจัยเกษตรที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการทดลอง และขอขอบคุณคณะทำงานกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพทุกท่านที่ทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

อัมพร วินนทัย พืชวิวัฒน์ มณีสาคร และสุวัฒน์ พูลพาน. 2556. การเพาะเลี้ยงและใช้ประโยชน์จากแตนเบียนหนอนหัวด้ามะพร้าว โกนีโอซัส นีแฟนติดิส (*Goniozus nephantidis*). กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 14 หน้า.

- Abbott, W.S. 1925. Method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 256-267.
- Bhushan, V.S. and K.M. Azam. 1990. Toxicity of synthetic pyrethroids to larval parasites of coconut black headed caterpillar, *Opisina arenosella*. *Indian Coconut Journal (Cochin)*. 20(9): 10-12.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschutz, E. Boller, J. Brun, M. Calis, J. Coremampelseneer, C. Duso, A. Grove, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsøe-petersen, B. Sauphanor, A. Staubli, G. Sterk, A. Vainio, M. Van De Veire, G. Viggiani and H. Vogt. 1994. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-working group "pesticides and beneficial organisms". *Entomophaga*. 39: 107-119.
- Khan, R. R., A. Muhammad, A. Sohail and S.T. Sahi. 2009. Mortality responses in *Bracon hebetor* (Say) (Braconidae: Hymenoptera) against some new chemistry and conventional insecticides under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 46(1): 30-33.
- Preetha, G., J. Stanley, S. Suresh, S. Kuttalam and R. Samiyappan. 2009. Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis*: Assessing their safety in the rice ecosystem. *Phytoparasitica*. 37: 209–215.
- Repalle, N. and C. Shinde. 2017. Relative toxicity of various insecticides against ecto-larval parasitoid, *Goniozus nephantidis* (Muesebeck) (Bethyridae: Hymenoptera) of coconut black headed caterpillar, *Opisina arenosella* Walker. *International Journal of Chemical Studies*. 5(6): 1707-1711.

13. ภาคผนวก

Table 1 Percent mortality of adult stages of *Goniozus nephantidis*, after 1 day exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{2/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	thiamethoxam 25%WG	100 f	100 f
	chlorpyrifos 40% EC	100 f	100 f
	carbaryl 85% WP	100 f	100 f
	cypermethrin 35% EC	100 f	100 f
moderately harmful	imidacloprid 70%WS	82.14 ef	92.85 ef
slightly harmful	lambdacyhalothrin 2.5% EC	33.93 bc	76.78 de
	flubendiamide 20% WG	64.29 de	73.21 cde
	chlorantraniliprole 5.17% SC	51.79 cd	57.14 cd
	lufenuron 5% EC	33.93 bc	55.35 c
	emamectin benzoate 1.92% EC	21.43 ab	32.15 b
harmless	abamectin 1.8% W/V EC	17.86 ab	26.79 b
Control		1.79 a	1.79 a
C.V. (%)		29.2	18.9

^{1/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different (P<0.05) by DMRT.

^{2/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).

Table 2 Percent mortality of adult stages of *Goniozus nephantidis*, after 7 days exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{2/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	chlorpyrifos 40% EC	100 d	100 e
	carbaryl 85% WP	89.29 d	100 e
	cypermethrin 35% EC	98.22 d	100 e
moderately harmful	thiamethoxam 25%WG	83.93 d	91.07 de
	imidacloprid 70%WS	57.14 c	83.93 d
slightly harmful	lambdacyhalothrin 2.5% EC	28.57 b	57.14 c
harmless	flubendiamide 20% WG	14.29 ab	19.64 b
	emamectin benzoate 1.92% EC	5.36 a	10.72 ab
	chlorantraniliprole 5.17% SC	7.14 a	8.93 ab
	abamectin 1.8% W/V EC	0.00 a	3.57 a
	lufenuron 5% EC	1.79 a	1.79 a

Control	1.79 a	1.79 a
C.V. (%)	29.4	20.4

^{1/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT.

^{2/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).

กรมวิชาการเกษตร

Table 3 Percent mortality of adult stages of *Goniozus nephantidis*, after 14 day exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{2/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	chlorpyrifos 40% EC	100 c	100 d
	cypermethrin 35% EC	91.07 c	100 d
moderately harmful	carbaryl 85% WP	89.29 c	92.86 d
slightly harmful	thiamethoxam 25%WG	62.50 b	75.00 c
	imidacloprid 70%WS	60.72 b	75.00 c
	lambdacyhalothrin 2.5% EC	5.36 a	37.50 b
harmless	abamectin 1.8% W/V EC	3.57 a	5.36 a
	lufenuron 5% EC	1.79 a	3.57 a
	chlorantraniliprole 5.17% SC	1.79 a	1.79 a
	flubendiamide 20% WG	0.00 a	1.79 a
	emamectin benzoate 1.92% EC	1.79 a	1.79 a
Control		3.57 a	3.57 a
C.V. (%)		22.5	23.5

^{1/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different (P<0.05) by DMRT.

^{2/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).

Table 4 Percent mortality of adult stages of *Bracon* sp., after 1 day exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{2/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	chlorpyrifos 40% EC	100 d	100 c
	carbaryl 85% WP	100 d	100 c
	cypermethrin 35% EC	100 d	100 c
moderately harmful	lambdacyhalothrin 2.5% EC	92.86 cd	96.43 c
	imidacloprid 70%WS	94.64 cd	94.64 c
	thiamethoxam 25%WG	82.14 c	94.64 c
slightly harmful	lufenuron 5% EC	51.79 b	59.14 b
	chlorantraniliprole 5.17% SC	53.57 b	57.36 b
	flubendiamide 20% WG	51.79 b	53.79 b
harmless	abamectin 1.8% W/V EC	16.07 a	16.07 a
	emamectin benzoate 1.92% EC	5.36 a	8.93 a
Control		1.79 a	3.57 a

C.V. (%)	18.3	18.3
----------	------	------

^{1/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different (P<0.05) by DMRT.

^{2/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).

กรมวิชาการเกษตร

Table 5 Percent mortality of adult stages of *Bracon* sp., after 7 day exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{2/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	chlorpyrifos 40% EC	100 c	100 c
	carbaryl 85% WP	100 c	100 c
	cypermethrin 35% EC	100 c	100 c
moderately harmful	thiamethoxam 25%WG	91.07 c	96.43 c
	imidacloprid 70%WS	80.36 c	94.64 c
slightly harmful	lufenuron 5% EC	42.86 b	50.00 b
	lambdacyhalothrin 2.5% EC	37.50 b	48.22 b
	chlorantraniliprole 5.17% SC	39.29 b	44.65 b
	flubendiamide 20% WG	39.29 b	39.29 b
harmless	emamectin benzoate 1.92% EC	3.57 a	12.50 a
	abamectin 1.8% W/V EC	0.00 a	12.50 a
Control		0.00 a	3.57 a
C.V. (%)		30.8	25.5

^{1/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different (P<0.05) by DMRT.

^{2/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).

Table 6 Percent mortality of adult stages of *Bracon* sp., after 14 day exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{2/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	chlorpyrifos 40% EC	100 d	100 e
	carbaryl 85% WP	100 d	100 e
	cypermethrin 35% EC	94.64 d	100 e
moderately harmful	thiamethoxam 25%WG	94.64 d	96.43 e
slightly harmful	imidacloprid 70%WS	60.72 c	75.00 d
	lambdacyhalothrin 2.5% EC	26.78 b	58.93 c
	lufenuron 5% EC	32.14 b	37.50 b
harmless	chlorantraniliprole 5.17% SC	8.93 a	28.57 b
	flubendiamide 20% WG	12.50 a	21.43 b
	emamectin benzoate 1.92% EC	3.57 a	3.57 a
	abamectin 1.8% W/V EC	0.00 a	0.00 a
Control		0.00 a	1.79 a

C.V. (%)	23.1	22.6
----------	------	------

^{1/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different (P<0.05) by DMRT.

^{2/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).

กรมวิชาการเกษตร

Table 7 Percent mortality of adult stages of *Trichogramma confusum*, after 1 day exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{3/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	thiamethoxam 25%WG	100 d ^{2/}	100 c
	imidacloprid 70%WS	100 d	100 c
	chlorpyrifos 40% EC	100 d	100 c
	carbaryl 85% WP	100 d	100 c
	lambdacyhalothrin 2.5% EC	100 d	100 c
	chlorantraniliprole 5.17% SC	100 d	100 c
	cypermethrin 35% EC	100 d	100 c
	emamectin benzoate 1.92% EC	96.06 d	100 c
	abamectin 1.8% W/V EC	60.54 b	100 c
moderately harmful	flubendiamide 20% WG	72.38 c	88.10 b
	lufenuron 5% EC	80.27 c	88.10 b
Control		0.00 a	0.00 a
C.V. (%)		8.5	4.9

^{1/} Data were transformed by Abbott's formula.

^{2/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different (P<0.05) by DMRT

^{3/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).

Table 8 Percent mortality of adult stages of *Trichogramma confusum*, after 7 day exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{3/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	thiamethoxam 25%WG	100 e ^{2/}	100 c
	imidacloprid 70%WS	80.16 de	100 c
	chlorpyrifos 40% EC	100 e	100 c
	carbaryl 85% WP	100 e	100 c
	lambdacyhalothrin 2.5% EC	100 e	100 c
	cypermethrin 35% EC	100 e	100 c
	moderately harmful	chlorantraniliprole 5.17% SC	84.12 de
flubendiamide 20% WG		68.26 cd	87.76 bc
slightly harmful	abamectin 1.8% W/V EC	36.51 b	79.59 b
	lufenuron 5% EC	64.29 cd	75.51 b
	emamectin benzoate 1.92% EC	52.38 bc	75.51 b

Control	0.00 a	0.00 a
C.V. (%)	20.5	11.2

^{1/} Data were transformed by Abbott's formula.

^{2/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

^{3/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).

กรมวิชาการเกษตร

Table 9 Percent mortality of adult stages of *Trichogramma confusum*, after 14 day exposure to each of 11 insecticides by dry film method.

IOBC category ^{3/}	Insecticides and formulation	% mortality ^{1/}	
		24 hour	48 hour
harmful	thiamethoxam 25%WG	100 d ^{2/}	100 c
	imidacloprid 70%WS	100 d	100 c
	chlorpyrifos 40% EC	100 d	100 c
	carbaryl 85% WP	100 d	100 c
	lambdacyhalothrin 2.5% EC	100 d	100 c
	cypermethrin 35% EC	100 d	100 c
moderately harmful	chlorantraniliprole 5.17% SC	80.21 c	87.93 c
slightly harmful	emamectin benzoate 1.92% EC	48.55 b	63.79 b
	flubendiamide 20% WG	36.69 b	51.71 b
	lufenuron 5% EC	32.73 b	47.68 b
	abamectin 1.8% W/V EC	32.73 b	47.68 b
Control		0.00 a	0.00 a
C.V. (%)		15.1	13.4

^{1/} Data were transformed by Abbott's formula.

^{2/} Means in the same column followed by the different characters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

^{3/} 1 = harmless (<30%), 2 = slightly harmful (30–79%), 3 = moderately harmful (80–99%), 4 = harmful (>99%), Hassan *et al.* (1994).