รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตร

2. **โครงการวิจัย** : การลดความสูญเสียผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรู
   กิจกรรม : การพัฒนาการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *Theocolax elegans* (Westwood) และแตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky, มอดหัวป้อม *Rhyzopertha dominica* (F.), และด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* (F.)
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : The efficacy and competitive ability of two pteromalid parasitoids for suppressing three host species of stored-product insect pests

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	: นางสาวศรุตา สิทธิไชยากุล	สังกัด กวป.
ผู้ร่วมงาน	: นางสาวรังสิมา เก่งการพานิช	สังกัด กวป.
	นางสาวดวงสมร สุทธิสุทธิ์	สังกัด กวป.
	นางใจทิพย์ อุไรชื่น	สังกัด กวป.
	นางกรรณิการ์ เพ็งคุ้ม	สังกัด กวป.
	นางสาวพณัญญา พบสุข	สังกัด กวป.

5. **บทคัดย่อ**

แตนเบียน วงศ์ Pteromalidae ได้แก่ *Anisopteromalus calandrae* (Howard), *Dinarmus basalis* (Rondani), *Lariophagus distinguendus* Förster, *Pteromalus cerealellae* (Ashmead) และ *Theocolax elegans* (Westwood) เป็นแตนเบียนแบบภายนอก สามารถเข้าทำลายระยะหนอนของแมลงศัตรูในโรงเก็บ ในการศึกษาแตนเบียน 2 ชนิดที่พบในโรงเก็บ คือ แตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* ทำการทดลองที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยมีการทดลอง 5 การทดลอง คือ 1) ทำการศึกษาอายุของระยะหนอน (แมลงอาศัย) ในการลงเบียนของแตนเบียน *T. elegans* การทดลองแบบในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยปล่อยแตนเบียนให้ลงเบียนแมลงศัตรูโรงเก็บ 2 ชนิด คือ หนอนมอดหัว

กรมวิชาการเกษตร

ป้อมที่อายุ 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 และ 23 และหนอนด้วงถั่วเขียวที่อายุ 5-19 วัน ทำการปล่อยแตนเบียนเพศเมียที่ผสมพันธุ์แล้วให้วางไข่เป็นเวลา 2 วัน พบว่า จำนวนแตนเบียน *T. elegans* รุ่นลูกที่เกิดขึ้นมากที่สุด เกิดจากการเบียนหนอนมอดหัวป้อม อายุ 23 วัน และจำนวนแตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดจากการเบียนหนอนมอดหัวป้อมที่อายุ 19, 21 และ 23 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-test, 0.05) แตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดจากการเบียนหนอนมอดหัวป้อมและหนอนด้วงถั่วเขียว มีรูปร่าง 3 แบบคือ ปีกยาว (macropterous), ปีกสั้น (brachypterous) และไม่มีปีก (apterous) นอกจากนี้ยังพบว่า แตนเบียน *T. elegans* จะลงเบียนหนอนด้วงถั่วเขียวที่อายุ 14 วัน เท่านั้น 2) ศึกษาการแข่งขันแตนเบียนระหว่างแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ 3 ชนิด คือ มอดหัวป้อม ด้วงงวงข้าวโพด และด้วงถั่วเขียว ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยทำการปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* เพศเมีย จำนวน 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงทำลายหนอนมอดหัวป้อม อายุ 23 วัน หนอนด้วงงวงข้าวโพด อายุ 21 วัน และหนอนด้วงถั่วเขียว อายุ 14 วัน ทำการปล่อยแตนเบียนให้แข่งขันเบียนภายในชนิดเดียวกันและเบียนภายนอกชนิดเดียวกัน โดยปล่อยให้แตนเบียนผสมพันธุ์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางไข่ เป็นเวลา 2 วัน จึงนำตัวเต็มวัยแตนเบียนออกมา ผลการทดลองในการแข่งขันระหว่างแตนเบียน 2 ชนิด พบว่าจำนวนแตนเบียน *A. calandrae* ลูกรุ่นที่เกิดขึ้นจากการเข้าทำลายหนอนด้วงงวงข้าวโพดมีจำนวนมากกว่าแตนเบียน *T. elegans* ส่วนการแข่งขันแตนเบียนแบบภายในชนิดเดียวกัน ทั้งแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* สามารถผลิตรุ่นลูกที่เกิดจากการเข้าทำลายหนอนด้วงงวงข้าวโพดได้มากที่สุด และจะไม่เข้าทำลายหนอนด้วงถั่วเขียวเลย 3) ความสามารถในการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* ในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนให้เข้าทำลายหนอนมอดหัวป้อม อายุ 23 วัน หนอนด้วงงวงข้าวโพด อายุ 21 วัน และหนอนด้วงถั่วเขียว อายุ 14 วัน ทำการทดลองปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* ให้แข่งขันทั้งภายในชนิดเดียวกันและภายนอกชนิดเดียวกัน อัตราการปล่อยแตนเบียน คือ 0, 100, 300 และ 600 ตัว โดยทำการปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ชนิดละ 20 ตัว ในข้าวสาลี ข้าวกล้องหอมมะลิ และถั่วเขียว จำนวน 300 กรัมต่อกระสอบ ตามลำดับ ทำการวางกระสอบ จำนวน 10 กระสอบ วางเรียงซ้อนกันแบ่งเป็น 2 แถว ๆ ละ 5 กระสอบ ลงในโรงเก็บแบบจำลอง (ถังกระดาษ) ผลการทดลองพบว่า อัตราการปล่อยแตนเบียน 100, 300 และ 600 ตัว ในการควบคุมทั้งด้วงงวงข้าวโพดและมอดหัวป้อมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-test, 0.05) และแตนเบียนทั้งสองชนิดนี้ไม่เข้าทำลายด้วงถั่วเขียว 4) และ 5) ความสามารถของแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans* ในการทดลองปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียว และการทดลองปล่อยแตนเบียนแบบหลายครั้งต่อเนื่องกัน ตามลำดับ ในสภาพโรงเก็บจำลอง ขนาด 2.43 เมตร^3 ทำการปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกัน อัตราการปล่อยคือ 0, 1,000 และ 2,000 ตัว ผลการทดลองพบว่า ที่อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัว สามารถควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดได้โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F-test, 0.05) ทั้งในการทดลองที่ 4 และ 5 อัตราการปล่อยแตนเบียน 2,000 ตัว สามารถควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดได้มากที่สุด ในการทดลองที่ 4 พบว่า แตนเบียน *T. elegans* สามารถตั้งรกรากอยู่ได้นานถึง 180 วัน หลังจากการปล่อยแตนเบียน และการทดลองที่ 5 การปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกันโดยปล่อยติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง สามารถควบคุมและลดจำนวนด้วงงวงข้าวโพดได้ภายใน 5 สัปดาห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Abstract

The pteromalids (Hymenoptera: Pteromalidae): *Anisopteromalus calandrae* (Howard), *Dinarmus basalis* (Rondani), *Lariophagus distinguendus* Förster, *Pteromalus cerealellae* (Ashmead) and *Theocolax elegans* (Westwood) are solitary larval ectoparasitoids used to suppress several species of stored-product insects that infest storage grains. The more knowledge about pteromalid parasitoids in storage could be practical to improve mass rearing and pests management control. Consequently, we studied on two pteromalid parasitoids, were *A. calandrae* and *T. elegans* to use as biological control agents in storage. The experiment was conducted at Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture. Experiments were carried out under laboratory conditions and environmental conditions for 5 experimental study. In the first experiment, we investigated host-age preference of *T. elegans* under laboratory experiments. Lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) larvae (9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 and 23 days-old) in wheat grain kernel and Cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae) larvae (5-19 days-old) in cowpea bean were exposed to neonate *T. elegans* mated females to lay their eggs for two days. Our results showed that the highest numbers of parasitoids emerged from 23 days-old *R. dominica* larvae. The numbers of parasitoids emerged from 19, 21 and 23 days-old *R. dominica* larvae were statistically significantly different in experiments (F-test, 0.05). Progeny of *T. elegans* reared from *R. dominica* and *C. maculatus* larvae were fully-winged (macropterous), short-winged (brachypterous) and wingless (apterous). Female *T. elegans* were rarely parasitic on *C. maculatus* larvae. *Theocolax elegans* progeny were emerging from only 14 days-old *C. maculatus* larvae. Second experiment, we investigated the competition between two pteromalids *A. calandrae* and *T. elegans* on three host species of Coleoptera: *R. dominica*, Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Curculionidae) and *C. maculatus* under laboratory condition. In experimental tested, *A. calandrae* and *T. elegans* was released 2, 6, 12, 20 and 30 pairs to parasitize host larvae of 23 days-old *R. dominica*, 21 days-old *S. zeamais* and 14 days-old *C. maculatus*. *Rhyzopertha dominica*, *S. zeamais* and *C. maculatus* were developed on wheat grain kernel, brown rice and cowpea bean, respectively. Single species and combined species were used for experiments. Neonate parasitoids were mated for 24 hours. Female parasitoids were released to parasitize for two days and taken out. Number of *A. calandrae* progeny emerged from *S. zeamais* larvae higher than *T. elegans* progeny. Both pteromalid parasitoids progeny produced on *S. zeamais* larvae were highest. We found *A. calandrae* and *T. elegans* were low parasitism on *C. maculatus* larvae. Third experiment, we investigated the ability of competition between *A. calandrae* and *T. elegans* to

กรมวิทยาศาสตร์

parasitize and develop on larvae of three host species; 23 days-old *R. dominica* larvae, 21 days-old *S. zeamais* larvae and 14 days-old *C. maculatus* larvae in a silo model. Single species and combined species of parasitoids were releasing 100, 300, 600 and no-releasing parasitoids for experiments. Twenty unsexed each host species were *R. dominica* develop on wheat, *S. zeamais* develop on brown rice and *C. maculatus* develop on mung bean as host substrates and were contained 300 grams in jute sack. Ten jute sacks of host substrates were conducted in a silo model, by stacks of five jute sacks were placed vertically. The results showed the density of parasitoids releasing was not significantly statistical difference (F-test, 0.05) to suppress and reduce population of *R. dominica* and *S. zeamais* only. Both of pteromalid parasitoids could not parasitize *C. maculatus* larvae. In the fourth and fifth experiment, the ability of density parasitoids to control *S. zeamais* was determined by released parasitoids for one time and continuously released parasitoids for five times, respectively. Combined species of two pteromalid parasitoids were releasing 1000, 2000 and non-released parasitoids in a silo. Silo area was 2.43 m^3 for each treatments. The results demonstrated there were no significant difference between treatments of parasitoids releasing at 1000 and 2000 (F-test, 0.05) in both experimental tested. A treatment of 2000 parasitoids releasing was the most suitable density of parasitoids to suppress *S. zeamais* in 2.43 m^3 area. For the fourth experiment, *T. elegans* progeny established for 180 days after releasing parasitoids. According to the fifth experiment, releasing of combined two pteromalid parasitoids can control and reduce *S. zeamais* population in five weeks by continuously released parasitoids experiment. We discussed on insectary production and releasing of *A. calandrae* and *T. elegans* as biological control agents.

กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

ประเทศไทยมีผลผลิตทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวที่ความสำคัญทางด้านความมั่นคงทางอาหาร ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ถั่วลิสง ถั่วเขียว ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการบริโภคและการแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหารและอาหารสัตว์ การเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว ประสบปัญหาสำคัญอย่างหนึ่ง คือ เกิดความเสียหายของผลิตผลอันเกิดจากการรบกวนของแมลงศัตรู ที่ก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างมาก (Ngamo *et al*., 2007) การป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยการใช้สารรมเมทิลโบรไมด์ และสารรมฟอสฟีนเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก และรวดเร็ว แต่ปัจจุบันประเทศไทยได้ประกาศลดและเลิกการใช้เมทิลโบรไมด์ เนื่องจากเมทิลโบรไมด์เป็นสารเคมีอันตรายที่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ จึงจำกัดการใช้เพื่อการส่งออกและการควบคุมศัตรูพืชกักกันเท่านั้น สำหรับสารรมฟอสฟีน ในระยะหลังมีการรายงานว่า แมลงศัตรูผลิตผลทางการเกษตรบางชนิด เช่น มอดหัวป้อม มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และมอดหนวดยาว สามารถสร้างความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการอื่นในการควบคุมแมลง ซึ่งการควบคุมแมลงศัตรูโดยชีววิธี (biological control) เป็นอีก

ทางเลือกหนึ่งในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ ที่มีความปลอดภัยทั้งต่อผู้ใช้ และผู้บริโภค ทั้งนี้ การใช้ชีววิธีในการควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ยังมีการศึกษาและเผยแพร่น้อย โดย Hagstrum and Surbramanyam (2009) ได้รวบรวมข้อมูลที่มีการเผยแพร่ในช่องทางที่หลากหลายทางด้านแมลงศัตรูในโรงเก็บ พบว่า การควบคุมแมลงโดยชีววิธี มีเพียง 2.6% เมื่อเปรียบเทียบกับงานในหัวข้ออื่น ๆ เช่น การใช้กับดัก 4.6%, การสำรวจ 3.3%, การใช้สารเคมี 3.9% หรือการใช้สารรม 6.3%

ด้วงงวงข้าวโพด, the maize weevil, *Sithophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) เป็นแมลงชนิดหนึ่งที่สร้างความเสียหายแก่ผลิตผลเกษตรมากที่สุด โดยเฉพาะข้าวสาร ข้าวเปลือก และข้าวโพด มอดข้าวเปลือก หรือมอดหัวป้อม, the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญในธัญพืชต่าง ๆ เช่น ข้าวสาลี ข้าว และข้าวโพด พบเขตการแพร่กระจายได้ในหลายประเทศ เช่น ซาอุดิอาระเบีย (Ahmed, 1996), สหรัฐอเมริกา (Flinn and Hagstrum, 2001), และสเปน (Belda and Riudavets, 2012) มอดหัวป้อม เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30-35°C พบจำนวนประชากรราว 7 รุ่นต่อปี ในประเทศไทย พบมอดหัวป้อมเข้าทำลายข้าวเปลือก ข้าวสาร ข้าวโพดและธัญพืชอื่น ๆ ด้วงถั่วเขียว, the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญในถั่วเขียว, mung bean, *Viga unguilata* (Walp.) (Fabaceae) ซึ่งเป็นพืชเพื่อการบริโภคที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศ ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้ภายในประเทศเพื่อการบริโภคโดยตรง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ปัจจุบันมีความต้องการถั่วเขียวมาก ปริมาณการผลิตมากเกษตรกรผู้เพาะปลูกถั่วเขียวได้รับความเสียหายจากการถูกทำลายของด้วงถั่วเขียว *C. maculatus* สร้างความเสียหายให้เกิดขึ้นกับผลผลิตทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ

การควบคุมแมลงโดยชีววิธี หรือ วิธีทางชีวภาพ หมายถึง การใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน หรือเชื้อจุลินทรีย์ ในการลดปริมาณแมลง (รังสิมา, 2561) แตนเบียน *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae) เป็นแตนเบียนที่เบียนระยะตัวหนอน (larval parasitoid) ของแมลงปีกแข็งหลายชนิดที่ทำลายเมล็ดพืช ชอบวางไข่บนตัวอ่อนของแมลงปีกแข็ง (Bare, 1942; Sharifi, 1972) สามารถพบแตนเบียนชนิดนี้ได้ในสภาพโรงเก็บ และโรงสี พบเขตการแพร่กระจายได้ในหลายพื้นที่ เช่น สหรัฐอเมริกา (Flinn and Hagstrum, 2002), เดนมาร์ค (Hansen, 2007) โดย Assem and Kuenen (1958) รายงานว่าพบแตนเบียนชนิดนี้ในแถบประเทศเขตร้อน รวมทั้งประเทศไทย (Nakakita et al., 1991) แตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) เป็นแตนเบียนที่เบียนระยะหนอนของแมลงอาศัยหลายชนิด สามารถพบแตนเบียนชนิดนี้ได้ในโรงสี โรงเก็บผลิตผลเกษตรในประเทศไทย พรทิพย์ และคณะ (2549) ศึกษาการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดโดยแตนเบียน *A. calandrae* พบว่าแตนเบียนชนิดนี้สามารถควบคุมความเสียหายจากแมลงศัตรูได้ เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพ ใจทิพย์ และคณะ (2549) พบว่า ประสิทธิภาพของแตนเบียน *T. elegans* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด *S. zeamais* โดยการปล่อยแตนเบียนหลายครั้งจะให้ผลการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดได้ดีกว่าการปล่อยแตนเบียนเพียงครั้งเดียว Panagiotis (2002) รายงานว่า แตนเบียน *T. elegans* และ แตนเบียน *A. calandrae* เป็นแตนเบียนที่สามารถพบได้บ่อย อาศัยอยู่ร่วมกันได้ (coexist) และมีแมลงอาศัยชนิดเดียวกัน เช่น ด้วงถั่วเหลือง, *Callosobruchus chinesis* (L.) ด้วงถั่วเขียว, *C. maculatus* (F.) ด้วงงวงข้าวโพด, *Sithophilus zeamais* Motschulsky ด้วงงวงข้าว, *S. oryzae* (L.) มอดสมุนไพร, *Stegobium*

กรมวิทยาศาสตร์

paniceum (L.) และ ผีเสื้อข้าวเปลือก, *Sitotroga cerealella* (Olivier) (พรทิพย์ และคณะ, 2551, Hayashi *et al*., 2004 และ Hayashi *et al*., 2004) อย่างไรก็ตาม ความรู้ในด้านการใช้ประโยชน์จากแมลงศัตรูธรรมชาติหรือการควบคุมแมลงโดยชีววิธียังมีน้อย งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *T. elegans* (Westwood) และแตนเบียน *A. calandrae* (Howard) ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ขวดแก้วขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5x10 เซนติเมตรและขนาดกลาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8x15 เซนติเมตร
2. ขวดแก้ว vial ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 7.5 เซนติเมตร
3. กระดาษซับ
4. เมล็ดพืช ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวสาลี และถั่วเขียว
5. พู่กัน ขนาดเบอร์ 0-3
6. เข็มปลายแหลม
7. ตะแกรงร่อน ขนาด 18 ช่องต่อนิ้ว
8. หลาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 หุน ยาว 16½ นิ้ว
9. ถังกระดาษแบบมีฝาปิด เส้นผ่านศูนย์กลาง 38 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร
10. ถุงกระสอบป่านขนาดเล็ก กว้าง 17 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร
11. ถุงกระสอบป่านขนาดใหญ่ กว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 65 เซนติเมตร หรือ ขนาดบรรจุ เท่ากับ 20 และ 30 กิโลกรัม
12. โรงเรือน ขนาด กว้าง 1.50 เมตร ยาว 2.70 เมตร สูง 1.80 เมตร

- วิธีการ

การเลี้ยงแมลงอาศัย

บรรจุข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวสาลี และถั่วเขียว จำนวน 50 กรัม ลงในขวดแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8x15 เซนติเมตร ปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ลงในอาหารแต่ละชนิดตามลำดับ จำนวน 100 ตัว (ไม่แยกเพศ) ปล่อยให้ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ผสมพันธุ์และวางไข่เป็นเวลา 5 วัน นำตัวเต็มวัยของแมลงแต่ละชนิดออกจากขวดให้หมด เพื่อให้ไข่ของแมลงแต่ละชนิดพัฒนาเป็นระยะหนอนสำหรับใช้ในการทดสอบต่อไป

การเลี้ยงแตนเบียน

เนื่องจากแตนเบียนทั้งสองชนิดที่ใช้ทดสอบในงานวิจัยนี้ สามารถเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้ดี เมื่อใช้หนอนด้วงงวงข้าวโพดเป็นอาหาร ดังนั้นแตนเบียนที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด เลี้ยงเพิ่มปริมาณโดยใช้หนอนของด้วงงวงข้าวโพด อายุ 21 วัน (พรทิพย์ และคณะ, 2549) การเลี้ยงแตนเบียน *T. elegans* เริ่มจากปล่อยตัวเต็มวัย

กรมวิชาการเกษตร

ของแตนเบียน ซึ่งแยก iso-line ของแตนเบียน จำนวน 1 คู่ ให้แตนเบียนผสมพันธุ์ และวางไข่บนหนอนด้วงงวงข้าวโพดภายในขวดแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.8x15 เซนติเมตร โดยไม่นำแตนเบียนตัวเต็มวัยรุ่นพ่อรุ่นแม่ออกจากขวด หลังจากนั้น แตนเบียนรุ่นลูกจะฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัยอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 15 เป็นต้นไป สำหรับการเลี้ยงแตนเบียน *A. calandrae* ปล่อยแตนเบียนโดยไม่แยกเพศ วางไข่บนหนอนของด้วงงวงข้าวโพดอายุ 21 วันเช่นกัน

1) ทดสอบประสิทธิภาพของแตนเบียน *Theocolax elegans* ในการกำจัดมอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว

ปล่อยตัวเต็มวัยมอดหัวป้อม และตัวเต็มวัยด้วงถั่วเขียว ชนิดละ 20 ตัว (ไม่แยกเพศ) ลงในขวดแก้วที่บรรจุด้วยข้าวสาลี และถั่วเขียว จำนวน 50 กรัม ตามลำดับ ปิดปากขวดแก้วด้วยกระดาษกรอง ปล่อยให้แมลงผสมพันธุ์และวางไข่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำตัวเต็มวัยมอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียวออกจากขวดให้หมด จะได้ไข่ของแมลงทั้งสองชนิด เมื่อไข่พัฒนาเป็นหนอนที่มีอายุต่าง ๆ จึงนำไปใช้ในการทดสอบ ก่อนการทดสอบ 1 วัน ปล่อยแตนเบียน *T. elegans* เพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 1 ตัว ในขวดแก้ว vial จำนวน 30 ขวด และใช้เข็มปลายแหลมป้ายน้ำผึ้งไว้ด้านข้างขวดเพื่อเป็นอาหารของแตนเบียน ปล่อยให้แตนเบียนผสมพันธุ์กัน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำแตนเบียนตัวเมียที่ผสมพันธุ์แล้ว ไปใช้ในการทดลองต่อไปนี้ โดย

1.1) ทดสอบประสิทธิภาพของแตนเบียน *T. elegans* ในการกำจัดมอดหัวป้อม

นำขวดที่มีหนอนมอดหัวป้อมอายุ 9 วัน มาทดสอบ โดยปล่อยแตนเบียน *T. elegans* เพศเมีย ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว จำนวน 1 ตัวต่อขวด ปล่อยให้แตนเบียนวางไข่เป็นระยะเวลา 2 วัน จึงนำแตนเบียน *T. elegans* เพศเมียออกจากขวด ทำการทดสอบ จำนวน 30 ซ้ำในแต่ละอายุ ทำการทดสอบเช่นเดียวกันนี้กับหนอนมอดหัวป้อมที่มีอายุ 11, 13, 15, 17, 19, 21 และ 23 วัน ตรวจนับจำนวนแตนเบียนที่เกิดขึ้น หลังจากการปล่อยแตนเบียน 7 วัน และตรวจนับจำนวนมอดหัวป้อมที่เกิดขึ้นหลังจากปล่อยแตนเบียน 14 วัน

1.2) ทดสอบประสิทธิภาพของแตนเบียน *T. elegans* ในการกำจัดด้วงถั่วเขียว

นำขวดที่มีหนอนด้วงถั่วเขียว อายุ 5 วัน มาทดสอบ โดยปล่อยแตนเบียน *T. elegans* เพศเมีย ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว จำนวน 5 ตัวต่อขวด ปล่อยให้แตนเบียนวางไข่เป็นระยะเวลา 2 วัน จึงนำตัวเต็มวัย *T. elegans* เพศเมียออก ทำการทดสอบจำนวน 30 ซ้ำเช่นกัน โดยให้เบียนหนอนด้วงถั่วเขียวที่มีอายุตั้งแต่ 5-19 วัน ตรวจนับจำนวนแตนเบียนและด้วงถั่วเขียวที่เกิดขึ้น หลังจากปล่อยแตนเบียน 7 วัน

2) ทดสอบความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ในห้องปฏิบัติการ

ปล่อยตัวเต็มวัยของ ด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ชนิดละ 20 ตัว (ไม่แยกเพศ) ลงในข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวสาลี และถั่วเขียว จำนวน 50 กรัม ตามลำดับ ที่บรรจุในขวดแก้ว ปิดปากขวดด้วยกระดาษกรอง ให้แมลงทั้ง 3 ชนิด ผสมพันธุ์และวางไข่เป็นเวลา 5 วัน จึงนำแมลงทั้ง 3 ชนิดออกให้หมด และเมื่อหนอนด้วงงวงข้าวโพดอายุ 21 วัน หนอนมอดหัวป้อม อายุ 23 วัน และหนอนด้วงถั่วเขียวอายุ 14 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเบียน จึงนำมาปล่อยแตนเบียนให้เบียนแมลงอาศัยทั้งสามชนิด ดังนี้

2.1) การแข่งขันภายใน species แตนเบียน *T. elegans*

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ปล่อยแตนเบียนเพศเมีย *T. elegans* ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว จำนวน 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนแมลงอาศัยทั้ง 3 ชนิด เป็นเวลา 2 วัน จึงนำแตนเบียนตัวเต็มวัยออก ทุกการทดสอบทำจำนวน 30 ซ้ำ หลังจากนั้น 7 วัน จึงทำการตรวจนับจำนวนแตนเบียน *T. elegans* ที่เกิดใหม่

2.2) การแข่งขันภายใน species ของแตนเบียน *A. calandrae*

ปล่อยแตนเบียนเพศเมีย *A. calandrae* ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว จำนวน 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนแมลงอาศัยทั้ง 3 ชนิดเป็นเวลา 2 วัน จึงนำแตนเบียนตัวเต็มวัยออก ทุกการทดสอบทำจำนวน 30 ซ้ำ หลังจากนั้น 7 วัน จึงทำการตรวจนับจำนวนแตนเบียน *A. calandrae* ที่เกิดใหม่

2.3) การแข่งขันระหว่าง species ของแตนเบียน *A. calandrae* และแตนเบียน *T. elegans*

ปล่อยแตนเบียนเพศเมีย *A. calandrae* ร่วมกับ แตนเบียนเพศเมีย *T. elegans* จำนวน 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว อัตราส่วน 1: 1 ให้ลงเบียนแมลงอาศัยทั้ง 3 ชนิด เป็นเวลา 2 วัน จึงนำแตนเบียนตัวเต็มวัยออก ทุกการทดสอบทำจำนวน 30 ซ้ำ หลังจากนั้น 7 วัน จึงทำการตรวจนับจำนวนแตนเบียนทั้ง 2 ชนิดที่เกิดใหม่

3) ทดสอบความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ในถังกระดาษ

เตรียมแมลงอาศัยทั้ง 3 ชนิด สำหรับให้แตนเบียนลงเบียน เช่นเดียวกับ ข้อ 2 แต่เพิ่มปริมาณอาหารของแมลงอาศัย จาก 50 กรัม เป็น 300 กรัม และเลี้ยงในถุงกระสอบป่านขนาดเล็ก เมื่อหนอนของแมลงอาศัยมีอายุเหมาะสมสำหรับแตนเบียน นำถุงกระสอบป่านที่มีหนอนของแมลงอาศัยชนิดเดียวกัน มาวางในถังกระดาษที่มีฝาปิด จำนวน 10 ถุงกระสอบต่อถังกระดาษ 1 ใบ วางเรียงกันเป็น 2 แถว แถวละ 5 ถุงกระสอบ เพื่อจำลองการเก็บรักษาผลิตผลเกษตรภายในโรงเก็บ คัดเลือกแตนเบียน *A. calandrae* และแตนเบียน *T. elegans* เพศผู้และเมีย นับจำนวนแตนเบียนตามกรรมวิธี ใส่ลงในขวดแก้วขนาดเล็ก เพื่อให้แตนเบียนได้ผสมพันธุ์กัน เป็นเวลา 2 วัน และใช้เข็มปลายแหลมป้ายน้ำผึ้งด้านข้างขวดเพื่อเป็นอาหารให้แก่แตนเบียน หลังจากนั้นปล่อยแตนเบียน โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

3.1) ปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ชนิดเดียว มี 4 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม คือ ไม่ปล่อยแตนเบียน

กรรมวิธีที่ 2 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 100 ตัว

กรรมวิธีที่ 3 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 300 ตัว

กรรมวิธีที่ 4 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 600 ตัว

3.2) ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ชนิดเดียว มี 4 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม คือ ไม่ปล่อยแตนเบียน

กรรมวิธีที่ 2 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 100 ตัว

กรรมวิธีที่ 3 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 300 ตัว

กรรมวิธีที่ 4 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 600 ตัว

3.3) ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans* อัตราส่วน 1: 1 มี 4 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม คือ ไม่ปล่อยแตนเบียน

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 2 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 100 ตัว

กรรมวิธีที่ 3 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 300 ตัว

กรรมวิธีที่ 4 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 600 ตัว

หลังจากปล่อยแตนเบียนตามกรรมวิธี ครบ 14 วันแล้ว สุ่มข้าวสาร ข้าวสาลี และถั่วเขียว ตามชนิดแมลงอาศัยในแต่ละการทดลอง จำนวน 50 กรัมต่อถุงกระสอบ (500 กรัมต่อ 1 ถังกระดาษ) ตรวจนับจำนวนแตนเบียนแต่ละชนิด และจำนวนแมลงอาศัยแต่ละชนิด

4) ทดสอบประสิทธิภาพการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียว

ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans* โดยทดสอบปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียวในสภาพโรงเก็บ โดยใช้กรงมุ้งลวดที่มีปริมาตรเท่ากับ 2.43 ลูกบาศก์เมตรต่อกรรมวิธี มีวิธีการทดลอง คือ

1) ปล่อยด้วงงวงข้าวโพด จำนวน 10 คู่ ลงในข้าวสารหอมมะลิ จำนวน 20 กิโลกรัมต่อกระสอบ เพื่อให้ด้วงงวงข้าวโพดเข้าทำลายข้าวสารและผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ

2) จัดวางกระะสอบโดยให้เรียงซ้อนกัน 4 กระสอบต่อกรรมวิธี และวางกระสอบในสภาพโรงเก็บ

3) ก่อนทดสอบ 2 วัน คัดเลือกแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* ทั้งเพศผู้และเมีย จำนวนของแตนเบียนตามกรรมวิธี บรรจุลงในขวดแก้วขนาดเล็ก และป้ายน้ำผึ้งเพื่อเป็นอาหารแก่แตนเบียน

4) เมื่อหนอนด้วงงวงข้าวโพดอายุ 21 วัน ทำการทดสอบโดยปล่อยแตนเบียนทั้ง 2 ชนิด อัตราส่วน 1: 1 ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ตามกรรมวิธีทดลอง ใช้อัตราการปล่อยแตนเบียน และช่วงเวลาการปล่อยของ พรทิพย์ และคณะ (2550) วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ คือ

กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม คือ ไม่ปล่อยแตนเบียน

กรรมวิธีที่ 2 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 1,000 ตัว

กรรมวิธีที่ 3 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 2,000 ตัว

5) หลังจากปล่อยแตนเบียน 2 สัปดาห์ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสารโดยใช้หลาว จำนวน 500 กรัมต่อกระสอบ นำตัวอย่างข้าวสารมาใส่ขวดแก้ว และปิดด้วยกระดาษกรอง ตรวจนับจำนวนแตนเบียนแต่ละชนิด และจำนวนแมลงอาศัยที่เกิดขึ้น ทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 180 วัน หรือ 6 เดือน

6) ประเมินคุณภาพของข้าวาสาร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสาร จำนวน 50 กรัม ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง เพื่อตรวจนับจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดเสียของข้าวสาร

5) ทดสอบประสิทธิภาพการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนแบบหลายครั้ง

ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans* โดยปล่อยแตนเบียนต่อเนื่องกัน 5 ครั้ง ทุก ๆ 2 สัปดาห์ ในสภาพโรงเก็บ โดยใช้กรงมุ้งลวดที่มีปริมาตรเท่ากับ 2.43 ลูกบาศก์เมตรต่อกรรมวิธี ใช้อัตราการปล่อยแตนเบียนและช่วงเวลาการปล่อยแตนเบียน เช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 4 มีวิธีการทดลอง คือ

1) ปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด 100 ตัว (ไม่แยกเพศ) ใส่ในขวดแก้วที่บรรจุด้วยข้าวกล้องหอมมะลิ จำนวน 50 กรัม ให้ด้วงงวงข้าวโพดผสมพันธุ์และวางไข่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เอาตัวด้วงงวงข้าวโพดออกให้หมด ให้ไข่เจริญเติบโตและพัฒนาเป็นตัวหนอนสำหรับใช้ในการทดสอบ

กรมวิชาการเกษตร

2) เมื่อหนอนด้วงงวงข้าวโพด อายุ 20 วัน นำข้าวกล้องหอมมะลิที่มีหนอนด้วงงวงข้าวโพด เทใส่ลงในถุงกระสอบบรรจุขนาดใหญ่ที่บรรจุข้าวสาร จำนวน 30 กิโลกรัมต่อกระสอบ

3) หลังจากนั้น 1 วัน ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans* อัตราส่วน 1: 1 ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ลงในกระสอบ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม คือ ไม่ปล่อยแตนเบียน

กรรมวิธีที่ 2 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 1,000 ตัว

กรรมวิธีที่ 3 ปล่อยแตนเบียน จำนวน 2,000 ตัว

4) ปล่อยแตนเบียนใหม่ ทุก ๆ 2 สัปดาห์ จำนวน 5 ครั้ง ตามอัตราการปล่อยแตนเบียนในกรรมวิธี

5) ก่อนปล่อยแตนเบียนใหม่ทุกครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสาร และสุ่มตัวอย่างอีกครั้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ครั้งละ 500 กรัม เพื่อตรวจนับจำนวนแตนเบียนแต่ละชนิด และจำนวนด้วงงวงข้าวโพดที่เกิดขึ้นตลอดการทดลอง

6) ประเมินคุณภาพข้าวสาร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสาร จำนวน 50 กรัม ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง เพื่อตรวจนับจำนวนเมล็ดดีและเมล็ดเสียของข้าวสาร

- เวลาและสถานที่ - เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2558 ถึงสิ้นสุด เดือนกันยายน 2563
- สถานที่ทำการทดลอง - ห้องปฏิบัติการ ตึกวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ และโรงสีคูเจริญ อ.วิหารแดง จ.สระบุรี

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1) ทดสอบประสิทธิภาพของแตนเบียน *Theocolax elegans* ในการกำจัดมอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว

การทดลองปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ให้ลงเบียนระยะหนอนของมอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่า แตนเบียน *T. elegans* สามารถผลิตแตนเบียนรุ่นลูกเพศเมียและเพศผู้ 3 รูปแบบ คือ 1) ปีกยาว ความยาวของปีกคลุมส่วนท้อง (fully-winged หรือ macropterous) 2) ปีกสั้น ความยาวของปีกไม่คลุมส่วนท้อง (short-winged หรือ brachypterous) และ 3) ไม่มีปีก (wingless หรือ apterous) ซึ่งปรากฏได้ทั้งในเพศเมียและเพศผู้ ตรงตามที่ Gordon (1979) ได้ศึกษาไว้

<u>มอดหัวป้อม</u> จากการเบียนหนอนของมอดหัวป้อมที่อายุต่าง ๆ พบว่า แตนเบียน *T. elegans* รุ่นลูกที่เกิดจากการเบียนหนอนมอดหัวป้อมอายุ 23 วัน เป็นแตนเบียนแบบมีปีก (Fw) ทั้งเพศเมียและเพศผู้เป็นจำนวนเฉลี่ยมากที่สุด (8.3±6.7 และ 1.9±1.4 ตัว) แต่การเบียนหนอนมอดหัวป้อมที่มีอายุ 19 วัน ให้อัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้สูงที่สุด เท่ากับ 3.7:1.0 (Table 1) ซึ่งจำนวนแตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดขึ้นจากการเข้าทำลายหรือเบียนหนอนมอดหัวป้อมที่อายุต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P value<0.05) โดยแตนเบียนไม่สามารถเข้าทำลายหรือเบียนหนอนมอดหัวป้อมที่อายุ 9, 11, 13, 15 และ 17 วัน พบแตนเบียนรุ่นลูกเกิดจากการเบียนหนอนมอดหัวป้อมอายุ 19, 21 และ 23 วัน เท่านั้น จำนวนแตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ เกิดจากการเบียนหนอนมอดหัวป้อมที่อายุ 23 วัน (Figure 1) ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนมอดหัวป้อมที่ไม่ถูกเบียนและฟักเป็นตัว มีจำนวนตัวเต็มวัยเกิดขึ้นน้อยที่สุด แสดงว่า แตนเบียน *T. elegans* สามารถเข้าทำลายหนอนมอดหัวป้อมที่อายุ 23 วัน ได้มากที่สุด

กรมวิชาการเกษตร

ด้วงถั่วเขียว เมื่อปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ให้เข้าทำลายด้วงถั่วเขียวระยะหนอนที่มีอายุ 5-19 วัน พบว่า แตนเบียนเข้าทำลายหนอนด้วงถั่วเขียวที่อายุ 14 วันเท่านั้น อัตราส่วนของแตนเบียนรุ่นลูกเพศเมียต่อเพศผู้ คือ 5.7:1.0 (Table 1) ไม่พบการเบียนหนอนด้วงถั่วเขียวที่อายุ 5-13 และ 15-19 วัน ดังนั้น หนอนด้วงถั่วเขียวอายุ 14 วัน เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดต่อการเบียนของ *T. elegans* อย่างไรก็ตาม การเบียนหนอนด้วงถั่วเขียวอายุ 14 วัน พบจำนวนรุ่นลูกที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ 2,856 ตัวด้วย (Figure 2) ในการศึกษาของ Cuny *et al.* (2019) พบว่า แมลงอาศัยจะมีการพัฒนาจนเป็นตัวเต็มวัยได้เร็วขึ้นในช่วงเวลาที่แตนเบียนปรากฏตัวและเบียนเหยื่อ ดังนั้น เมื่อมีปริมาณของเหยื่อเป็นจำนวนมาก จึงเกิดการเบียนหรือทำลายเหยื่อได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน แสดงว่าอายุของแมลงอาศัย (host) มีผลต่อการลงเบียนของแตนเบียน หรือมีผลต่อการผลิตแตนเบียนรุ่นลูก สอดคล้องกับการทดลองของ King (1998) ที่รายงานว่า การผลิตจำนวนแตนเบียนรุ่นลูกจะลดลงเมื่อแตนเบียนมีการลงเบียนแมลงอาศัยที่มีอายุมากขึ้น

Table 1 *Theocolax elegans* (mean±SD) progeny emerging from different host-ages on *Callobruchus maculatus* and *Rhyzopertha dominica* larvae.

Host-ages in different host species	*T. elegans* female			*T. elegans* male			Sex ratio
	Fw	Sw	Wl	Fw	Sw	Wl	
14 d *C. maculatus*	0.5±0.9	0.0±0.0	0.1±0.3	0.1±0.4	0.0±0.0	0.0±0.0	5.7:1.0
19 d *R. domonica*	1.7±2.5	0.0±0.0	3.1±4.2	0.3±1.3	0.0±0.0	1.0±2.1	3.7:1.0
21 d *R. domonica*	3.9±7.8	0.1±0.3	1.6±1.9	1.0±1.7	0.0±0.0	0.4±0.8	3.5:1.0
23 d *R. domonica*	8.3±6.7	0.1±0.4	1.1±1.5	1.9±1.4	0.1±0.4	1.3±1.2	2.9:1.0

Fw = Fully-winged *T. elegans*, Sw = Short-winged *T. elegans*, Wl = Wingless *T. elegans*

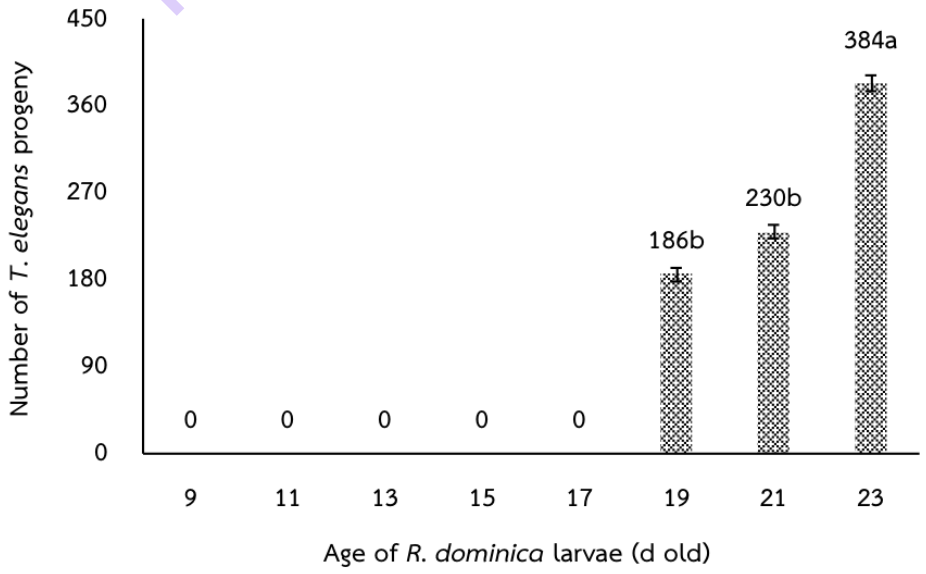

Figure 1 Progeny of *Theocolax elegans* emerging from *Rhyzopertha dominica* larvae at different host-ages.

กรมวิชาการเกษตร

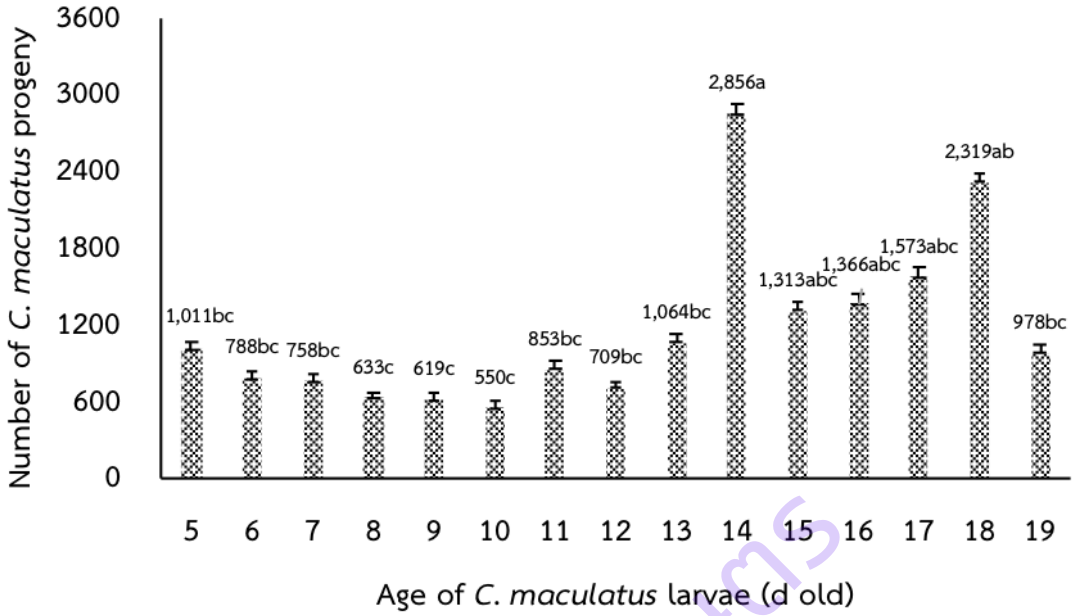

Figure 2 Progeny of *Callosobruchus maculatus* emerging from different host-ages.

2) ทดสอบความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ในห้องปฏิบัติการ

2.1) การแข่งขันภายใน species แตนเบียน *T. elegans*

เมื่อปล่อยแตนเบียนเพศเมีย 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนระยะหนอนของด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่า การปล่อย *T. elegans* 30 ตัวในหนอนด้วงงวงข้าวโพด ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปล่อยแตนเบียนจำนวนที่น้อยกว่า เพศเมียเท่ากับ 62.00±31.10 ตัว และเพศผู้เท่ากับ 34.30±15.12 ตัว (Table 2) ในขณะที่ปล่อยให้เบียนหนอนมอดหัวป้อม จำนวนแตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดใหม่ไม่แตกต่างกัน เมื่อปล่อยให้เบียนหนอนด้วงถั่วเขียว จำนวนแตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดใหม่น้อยมาก แสดงให้เห็นได้ว่า แตนเบียน *T. elegans* สามารถเบียนและเพิ่มปริมาณรุ่นลูกได้มากที่สุดเมื่อปล่อยให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพด

2.2) การแข่งขันภายใน species ของแตนเบียน *A. calandrae*

เมื่อปล่อยแตนเบียนเพศเมีย 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนระยะหนอนของด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว พบว่า แตนเบียน *A. calandrae* 12 ตัวในหนอนด้วงงวงข้าวโพด ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.05) ในขณะที่ปล่อยแตนเบียนให้ลงเบียนหนอนมมอดหัวป้อม *A. calandrae* 30 ตัว ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.05) อย่างไรก็ตาม จะพบว่า แตนเบียน *A. calandrae* ไม่สามารถวางไข่และเบียนหนอนด้วงถั่วเขียวได้ ดังนั้น จึงไม่มีแตนเบียนรุ่นลูกที่เกิดขึ้นจากหนอนด้วงถั่วเขียวเลย (Table 3)

ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า แตนเบียนจะมีความชอบและเลือกชนิดในการเข้าทำลายแมลงอาศัย สอดคล้องกับ Shin *et al*. (1994) รายงานว่า แตนเบียน *L. distinguendus* ซึ่งอยู่ในกลุ่ม pteromalid ชอบลงเบียนด้วงงวงข้าว *S. oryzae* มากกว่า *C. chinensis*

2.3) การแข่งขันระหว่าง species ของแตนเบียน *A. calandrae* และแตนเบียน *T. elegans*

เมื่อปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* เพศเมีย 2, 6, 12, 20 และ 30 ตัว ให้ลงเบียนหนอนของด้วงงวงข้าวโพด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.05) พบว่า การปล่อยแตนเบียน 20 ตัว ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากที่สุด โดยแตนเบียน *A. calandrae* ผลิตแตนเบียนรุ่นลูกได้มากกว่า แตนเบียน *T. elegans* (Table 4)

ในการแข่งขันแตนเบียนภายใน species เดียวกันและต่าง species กัน เมื่อปล่อยแตนเบียนให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพด แตนเบียน *A. calandrae* ผลิตแตนเบียนรุ่นลูกได้มากกว่า แตนเบียน *T. elegans* เมื่อปล่อยให้เบียนหนอนมอดหัวป้อม และหนอนด้วงถั่วเขียว แตนเบียนทั้งสองชนิดจะสามารถผลิตรุ่นลูกได้ปริมาณใกล้เคียงกัน (Table 2-3) ดังนั้น การควบคุมแมลงศัตรูในแต่ละชนิด ควรเลือกใช้ชนิดแตนเบียนเฉพาะเจาะจงกับชนิดเหยื่อที่ต้องการทำการป้องกันกำจัดอย่างเหมาะสม

Table 2 Number (mean±SD) of *Theocolax elegans* progeny was emerging from different three host species.

Number of *T.* elegans releasing	Parasitoids emerged from host species					
	21 d *S. zeamais* larvae		23 d *R. dominica* larvae		14 d *C. maculatus* larvae	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
2	22.30±17.09b	5.07±5.09c	15.23±13.26a	13.60±13.29a	0.00±0.00b	0.00±0.00b
6	20.17±15.66b	9.40±10.04c	17.47±10.62a	8.73±6.94a	0.00±0.00b	0.00±0.00b
12	21.93±9.07b	10.47±7.36c	15.47±12.26a	9.57±7.09a	0.20±0.61b	0.17±0.46b
20	47.33±27.49a	19.77±11.50b	20.20±2.6.02a	10.00±11.29a	0.27±0.69b	0.33±0.61b
30	62.00±31.10a	34.30±15.12a	12.63±24.24a	6.93±12.81a	1.07±1.57a	0.97±1.56a

Means followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at the 95% level of confidence (Tukey's test).

Table 3 Number (mean±SD) of *Anisopteromalus calandrae* progeny was emerging from different three host species.

Number of *A. calandrae* releasing	Parasitoids emerged from host species					
	21 d *S. zeamais* larvae		23 d *R. dominica* larvae		14 d *C. maculatus* larvae	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
2	32.97±11.60c	22.60±10.02c	15.00±17.63b	6.00±7.59ab	0.0±0.0	0.0±0.0
6	59.60±21.82b	23.40±9.57c	19.20±12.09ab	9.70±6.29ab	0.0±0.0	0.0±0.0
12	86.48±41.01a	63.88±22.33a	10.48±16.98b	19.75±17.44ab	0.0±0.0	0.0±0.0
20	53.70±31.76bc	44.60±33.70b	4.96±7.50b	3.96±6.19b	0.0±0.0	0.0±0.0
30	53.77±51.81bc	56.85±40.54ab	42.62±76.70a	26.62±70.61a	0.0±0.0	0.0±0.0

Means followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at the 95% level of confidence (Tukey's test).

กรมวิชาการเกษตร

Table 4 Progeny (mean±SD) of interspecific competition between *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* was emerging from *Sitophilus zeamais* 21 days-old larvae.

Number of parasitoids releasing	*A. calandrae* progeny		*T. elegans* progeny	
	Female	Male	Female	Male
2	11.33±13.81b	21.97±23.38ab	1.60±3.23d	4.07±9.02b
6	11.30± 7.90b	9.13±4.61c	5.77±9.97cd	2.63±4.30b
12	23.47±20.36a	12.27±13.51b	10.27±7.16bc	6.27±7.15b
20	24.40±18.7a	23.92±17.68a	20.88±9.44a	18.36±8.75a
30	11.60±9.18b	13.20±7.99ab	15.72±8.84ab	13.96±5.80a

Means followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at the 95% level of confidence (Tukey's test).

3) ทดสอบความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการกำจัดด้วงงวงข้าวโพด มอดหัวป้อม และด้วงถั่วเขียว ในถังกระดาษ

3.1) ปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ชนิดเดียว

ในการแข่งขันปล่อยแตนเบียน *T. elegans* ชนิดเดียว เมื่อปล่อยแตนเบียนให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพดและหนอนมอดหัวป้อม พบว่า อัตราการปล่อยแตนเบียน 100 300 และ 600 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การปล่อยแตนเบียน 600 ตัว สามารถควบคุมและลดจำนวนเหยื่อได้มากที่สุดเมื่อเบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพดและมอดหัวป้อม อย่างไรก็ตาม แตนเบียนไม่สามารถเบียนหนอนด้วงถั่วเขียวได้ (Table 5)

3.2) ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ชนิดเดียว

ในการแข่งขันปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ชนิดเดียว ให้ลงเบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพด และหนอนมอดหัวป้อม พบว่า อัตราการปล่อยแตนเบียน 100 300 และ 600 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การปล่อยแตนเบียน 600 ตัว สามารถควบคุมหนอนด้วงงวงข้าวโพดที่จะเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้มากที่สุดเช่นกัน แตนเบียน *A. calandrae* แทบจะไม่ลงเบียนหนอนด้วงถั่วเขียว (Table 6)

3.3) ปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับแตนเบียน *T. elegans*

<u>ด้วงงวงข้าวโพด</u> เมื่อปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกัน ให้เบียนหนอนด้วงข้าวโพด พบว่า อัตราการปล่อย 100 300 และ 600 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การปล่อยแตนเบียน 600 ตัว ให้แตนเบียนรุ่นลูก *A. calandrae* ได้มากกว่าแตนเบียน *T. elegans* และด้วงงวงข้าวโพดพัฒนาจนเป็นตัวเต็มวัยลดลง (Table 7) สอดคล้องกับการศึกษาของ Williams and Floyd (1971) ได้รายงานว่า แตนเบียน *A. calandrae* สามารถควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดในข้าวโพดได้มากกว่าแตนเบียน *C. elegans*

<u>มอดหัวป้อม</u> เมื่อปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกัน ให้เบียนหนอนมอดหัวป้อม พบว่า ทุกอัตราการปล่อยแตนเบียน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า แตนเบียน *T. elegans* ให้แตนเบียนรุ่นลูกมากกว่าแตนเบียน *A. calandrae* (Table 8) สอดคล้องกับการทดลองของ Brower *et al*. (1996) รายงานว่า แตนเบียน *T.*

ศรีปทุมการเกษตร

elegans จะเป็นตัวเลือกที่ดีในการควบคุมหรือลดจำนวนประชากรมอดหัวป้อม *R. dominica* ได้ดีกว่าแตนเบียน *A. calandrae*

ด้วงถั่วเขียว เมื่อปล่อยแตนเบียน 2 ชนิดร่วมกัน ให้เบียนหนอนด้วงถั่วเขียว พบว่า แตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* เบียนหนอนด้วงถั่วเขียวได้น้อยหรือแทบจะไม่เบียนเลย (Table 9) สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแตนเบียนในกลุ่ม pteromalid ชนิดอื่น ๆ Niedermayer *et al*. (2013) พบว่า ผิวสัมผัสของเมล็ดถั่วมีผลต่อการเบียนของแตนเบียน *L. distinguendus* แตนเบียนเลือกเบียนหนอนของแมลงอาศัยในเมล็ดถั่วลักษณะที่มีผิวบางและขรุขระ

อย่างไรก็ตาม อัตราการปล่อยแตนเบียนหรือความหนาแน่นของประชากรเหยื่อมีความสัมพันธ์กับประชากรแตนเบียนเช่นกัน Mahal *et al*. (2007) รายงานว่า อัตราความหนาแน่นของการปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* มากที่สุดในการทดลอง สามารถควบคุมประชากรมอดหัวป้อมได้มากที่สุด

Table 5 Progeny of *Theocolax elegans* and its hosts after parasitism.

Number of *T. elegans* releasing	Parasitoids and its host progeny					
	T. elegans	*S. zeamais*	*T. elegans*	*R. dominica*	*T. elegans*	*C. maculatus*
0	0.00b	74.90a	0.35b	76.23a	0.00a	101.80a
100	25.30a	82.90a	10.10a	79.55a	0.00a	106.60a
300	29.60a	63.98a	9.10a	65.75a	0.20a	87.60a
600	42.30a	53.05a	8.65a	61.45a	0.90a	88.10a
C.V (%)	25.40	53.70	67.10	48.50	329.30	11.80

Means followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at the 95% level of confidence by DMRT.

Table 6 Progeny of *Anisopteromalus calandrae* and its hosts after parasitism.

Number of *A. calandrae* releasing	Parasitoids and its host progeny					
	A. *calandrae*	*S. zeamais*	A. *calandrae*	*R. dominica*	A. *calandrae*	*C. maculatus*
0	0.00b	170.10b	0.00b	56.55b	0.00b	104.50a
100	38.40a	105.20a	17.93a	42.65ab	0.50ab	114.55a
300	32.20a	91.63a	21.18a	19.43a	1.60a	90.30a
600	50.80a	61.90a	18.42a	24.28a	0.50ab	96.10a
C.V (%)	34.50	45.00	35.20	24.80	126.50	43.20

Means followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at the 95% level of confidence by DMRT.

กรมวิชาการเกษตร

Table 7 Progeny of *Anisopteromalus calandrae*, *Theocolax elegans* and its hosts after parasitism.

Number of *A. calandrae* combined *T. elegans* releasing (1: 1)	Parasitoids and its host progeny		
	A. calandrae	*T. elegans*	*S. zeamais*
0 (A = 0, T = 0)	0.00c	0.00b	106.63b
100 (A = 50, T = 50)	44.25b	23.00a	83.20ab
300 (A = 150, T = 150)	65.25a	23.30a	66.93a
600 (A = 300, T = 300)	67.05a	43.40a	56.75a
C.V (%)	38.30	49.20	46.20

Means followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at the 95% level of confidence by DMRT.

A = *Anisopteromalus calandrae* adults.

T = *Theocolax elegans* adults.

Table 8 Progeny of *Anisopteromalus calandrae*, *Theocolax elegans* and its hosts after parasitism.

Number of *A. calandrae* combined *T. elegans* releasing (1: 1)	Parasitoids and its host progeny		
	A. calandrae	*T. elegans*	*R. dominica*
0 (A = 0, T = 0)	0.60a	4.25a	22.10c
100 (A = 50, T = 50)	1.30a	6.68a	9.53b
300 (A = 150, T = 150)	0.60a	8.35a	6.70ab
600 (A = 300, T = 300)	0.60a	4.55a	5.28a
C.V (%)	96.90	94.70	20.20

Means followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at the 95% level of confidence by DMRT.

A = *Anisopteromalus calandrae* adults.

T = *Theocolax elegans* adults.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Table 9 Progeny of *Anisopteromalus calandrae*, *Theocolax elegans* and its hosts after parasitism.

Number of *A. calandrae* combined *T. elegans* releasing (1: 1)	Parasitoids and its host progeny		
	A. calandrae	*T. elegans*	*C. maculatus*
0 (A = 0, T = 0)	0.00a	0.00a	147.20b
100 (A = 50, T = 50)	2.35a	0.00a	105.95ab
300 (A = 150, T = 150)	1.10a	0.10a	98.05a
600 (A = 300, T = 300)	1.70a	0.10a	122.60ab
C.V (%)	119.70	22.80	22.90

Means followed by the same lowercase letter in a column are not significantly different at the 95% level of confidence by DMRT.

A = *Anisopteromalus calandrae* adults.

T = *Theocolax elegans* adults.

4) ทดสอบประสิทธิภาพการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียว

การทดลองปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* แบบครั้งเดียวให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพด เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสาร จะพบว่า อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัวต่อขนาดกรงมุ้งลวดปริมาตร 2.43 ลูกบาศก์เมตร อัตราการปล่อยแตนเบียนทั้งสองอัตราไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value<0.05) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวสารเป็นเวลา 180 วัน หรือ 6 เดือน (Figure 3-5) กรรมวิธีไม่ปล่อยแตนเบียน พบว่า มีแตนเบียน *T. elegans* เกิดขึ้นในข้าวสาร เนื่องจากแตนเบียน *T. elegans* มีขนาดเล็ก จึงสามารถมุดหรือเล็ดลอดตรงบริเวณรอยต่อของกรงมุ้งลวดในระหว่างทำการทดสอบ ทำให้แตนเบียนสามารถเข้าไปเบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพดและให้แตนเบียนรุ่นลูกได้ (Figure 3) อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 ตัว สามารถควบคุมจำนวนด้วงงวงข้าวโพดให้ลดลงได้ในระยะเวลา 45 วัน หลังจากนั้นด้วงงวงข้าวโพดจะเพิ่มจำนวนมากกว่าแตนเบียน (Figure 4) และอัตราการปล่อยแตนเบียน 2,000 ตัว สามารถควบคุมและลดจำนวนด้วงงวงข้าวโพดได้ภายใน 75 วัน หลังจากนั้นด้วงงวงข้าวโพดจะเพิ่มจำนวนมากกว่าแตนเบียน (Figure 5)

นอกจากนี้ หลังจากการปล่อยแตนเบียนให้เบียนหนอนด้วงงวงข้าวโพดแล้ว เมื่อเวลาผ่านไปมากกว่า 75 วัน แตนเบียน *T. elegans* สามารถตั้งรกรากและพบแตนเบียนรุ่นลูกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวสาร 180 วัน ขณะเดียวกัน แตนเบียน *A. calandrae* มีจำนวนลดลงและไม่มีรุ่นลูกเกิดใหม่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวสารตั้งแต่ 60 วันขึ้นไปจนถึง 180 วัน การปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียวนี้ จะเห็นได้ว่า อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัว แตนเบียนทั้งสองชนิดสามารถควบคุมและลดจำนวนด้วงงวงข้าวโพดได้ในช่วงเวลา 15-75 วัน และแตนเบียน *T. elegans* สามารถให้รุ่นลูกและตั้งรกรากได้นานกว่าแตนเบียน *A. calandrae* (Figure 4-5)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

สำหรับการประเมินคุณภาพข้าว หลังจากสิ้นสุดการทดลองปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* ปล่อยแบบครั้งเดียว พบว่า กรรมวิธีไม่ปล่อยแตนเบียน มีเมล็ดดี 2,017.5 เมล็ด และเมล็ดเสีย 302.25 เมล็ด กรรมวิธีปล่อยแตนเบียน 1,000 ตัว มีเมล็ดดี 2,176.25 เมล็ด และเมล็ดเสีย 172.63 เมล็ด และกรรมวิธีปล่อยแตนเบียน 2,000 ตัว มีเมล็ดดี 2,119.50 เมล็ด และเมล็ดเสีย 220.38 เมล็ด

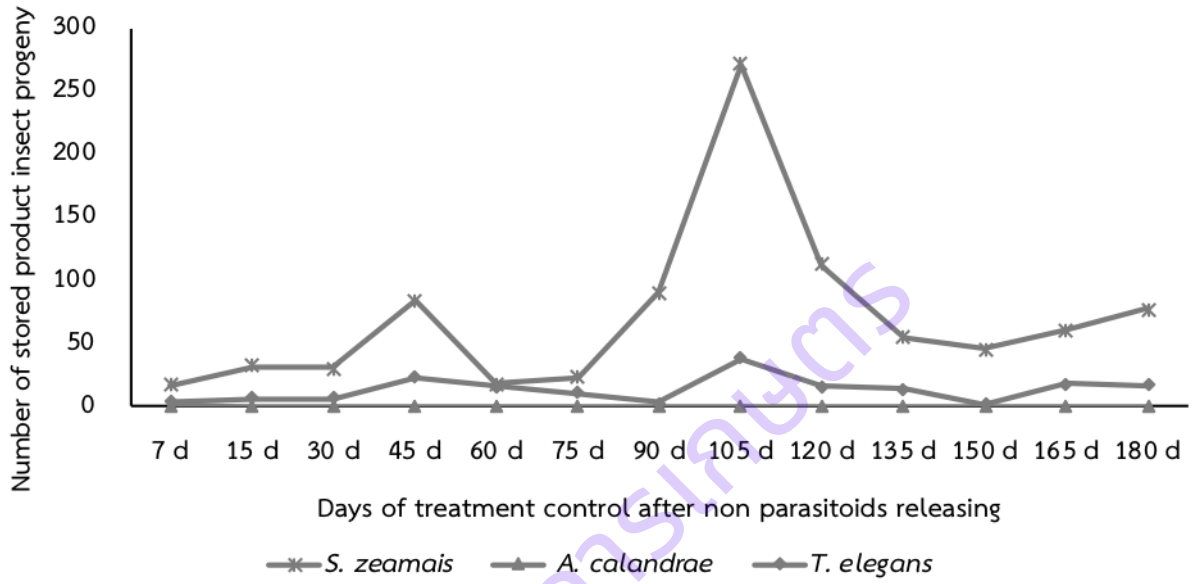

Figure 3 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny after non parasitoids releasing by control, which was an experimental on parasitoid density of a releasing for one time.

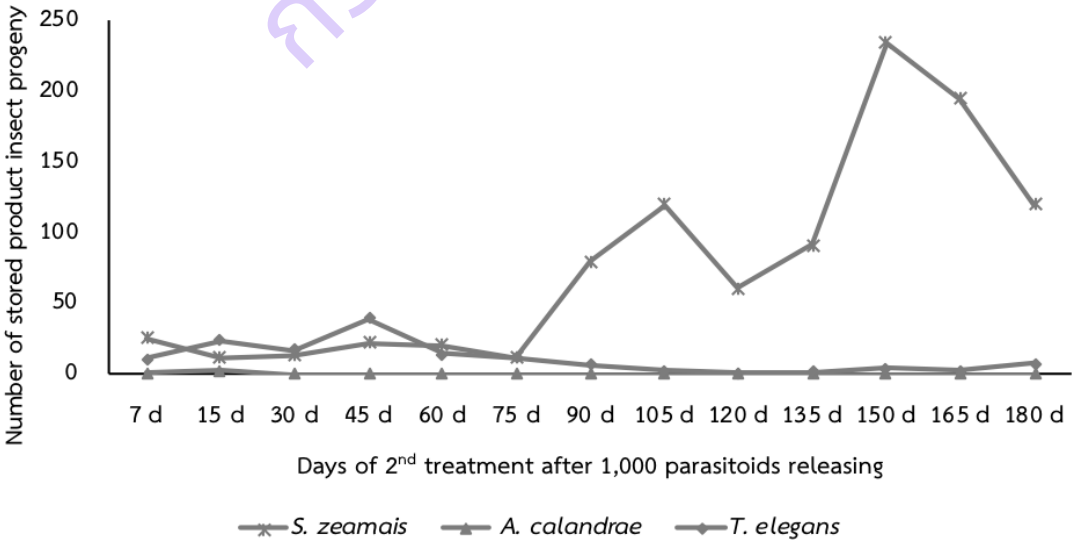

Figure 4 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny after 1,000 parasitoids releasing by 2nd treatment, which was an experimental on parasitoid density of a releasing for one time.

กรมวิชาการเกษตร

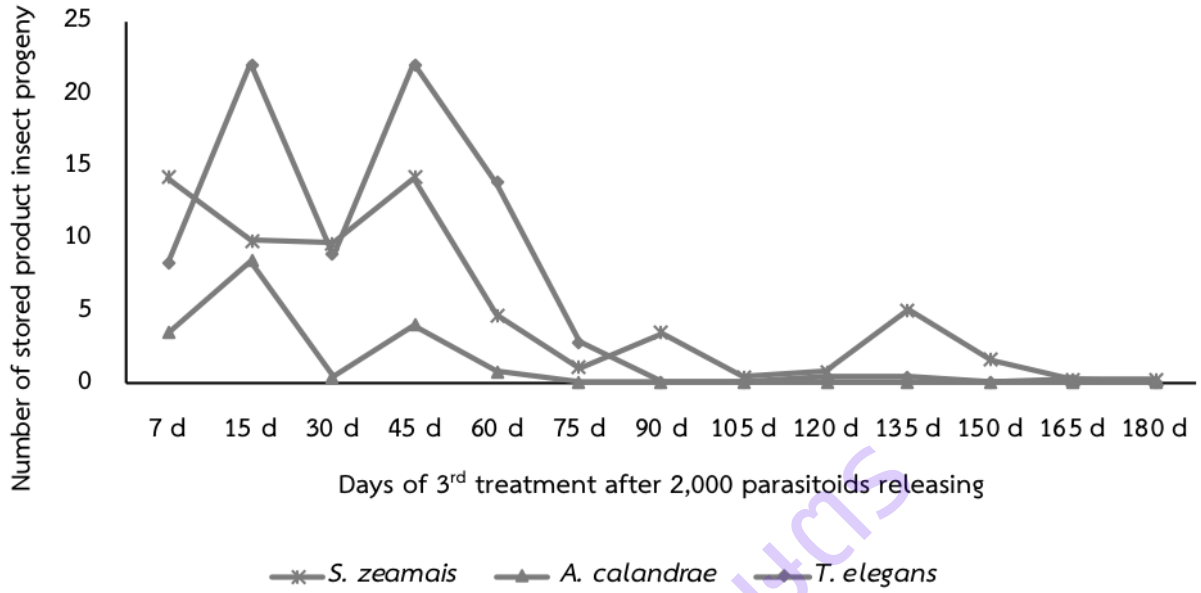

Figure 5 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny after 2,000 parasitoids releasing by 3rd treatment, which was an experimental on parasitoid density of a releasing for one time.

5) ทดสอบประสิทธิภาพการแข่งขันระหว่างแตนเบียน *T. elegans* และ *A. calandrae* ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในสภาพโรงเก็บจำลอง โดยปล่อยแตนเบียนแบบหลายครั้ง

การปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* ให้เข้าทำลายด้วงงวงข้าวโพด โดยการปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่องกัน จำนวน 5 ครั้ง มีอัตราการปล่อยแตนเบียน คือ กรรมวิธีไม่ปล่อยแตนเบียน, กรรมวิธีปล่อยแตนเบียน 1,000 ตัว และกรรมวิธีปล่อยแตนเบียน 2,000 ตัว จากการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสาร จำนวน 5 ครั้งในระหว่างทำการปล่อยแตนเบียน ในสัปดาห์ที่ 3, 5, 7 และ 9 และภายหลังจากสิ้นสุดการปล่อยแตนเบียนในสัปดาห์ที่ 10 จากการสุ่มตัวอย่างข้าวสารพบว่า ในกรรมวิธีไม่ปล่อยแตนเบียน พบจำนวนแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* เนื่องจากแตนเบียนทั้งสองชนิดมีขนาดเล็ก จึงสามารถมุดและเล็ดลอดผ่านช่องว่างของรอยต่อกรงมุ้งลวดได้ จำนวนด้วงงวงข้าวโพดที่สุ่มพบในข้าวสาร จำนวน 500 กรัม เท่ากับ 50.50, 33.67, 52.00, 64.67 และ 50.00 ตัว ในสัปดาห์ที่ 3, 5, 7, 9 และ 10 ตามลำดับ (Figure 6) กรรมวิธีปล่อยแตนเบียนอัตรา 1,000 ตัว จำนวนด้วงงวงข้าวโพดที่สุ่มพบในข้าวสาร จำนวน 500 กรัม เท่ากับ 2.0, 1.0, 0.0, 1.0 และ 1.67 ตัว ในสัปดาห์ที่ 3, 5, 7, 9 และ 10 ตามลำดับ (Figure 7) กรรมวิธีปล่อยแตนเบียน อัตรา 2,000 ตัว จำนวนด้วงงวงข้าวโพดที่สุ่มพบในข้าวสาร จำนวน 500 กรัม เท่ากับ 4.0, 3.0, 0.0, 0.0 และ 1.67 ตัว ในสัปดาห์ที่ 3, 5, 7, 9 และ 10 ตามลำดับ (Figure 8) อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัว แตนเบียนทั้งสองชนิดต่างสามารถเข้าทำลายด้วงงวงข้าวโพดได้ และควบคุมจำนวนด้วงงวงข้าวโพดได้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 และมีแนวโน้มลดลงจนไม่พบด้วงงวงข้าวโพดในสัปดาห์ที่ 7 (Figure 7-8) ดังนั้น หากกล่าวถึงการทดลองในข้อ 4 ซึ่งเป็น

การปล่อยแตนเบียนแบบครั้งเดียว โดยปล่อยแตนเบียนสองชนิดร่วมกันก็สามารถควบคุมและทำให้จำนวนด้วงงวงข้าวโพดลดลงได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งภายในสภาพพื้นที่แบบปิด หลังจากนั้นจำนวนด้วงงวงข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นและมีจำนวนมากกว่าจำนวนของแตนเบียน จนทำให้แตนเบียนไม่สามารถควบคุมประชากรของด้วงงวงข้าวโพดได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองนี้ ใช้อัตราการปล่อยแตนเบียนในอัตราเดียวกันกับการทดลองในข้อ 4 แต่เปลี่ยนวิธีการปล่อยแบบครั้งเดียวเป็นปล่อยแบบหลายครั้ง (ใจทิพย์และพรทิพย์, 2550) โดยปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่องติดต่อกัน 5 ครั้ง ผลจากการสุ่มตัวอย่างข้าวสารหลังจากการปล่อยแตนเบียนในสัปดาห์ที่หนึ่งจะพบว่า เมื่อปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่องติดต่อกันตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพดได้ในภายใน 35 วัน หรือสัปดาห์ที่ 5 และมีจำนวนด้วงงวงข้าวโพดลดลงจนไม่พบด้วงงวงข้าวโพดเลยเมื่อระยะเวลาผ่านไปจนถึงสัปดาห์ที่ 7 หรือหลังจากการปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่อง 3 ครั้ง (Figure 7-8)

เมื่อสิ้นสุดการปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่อง 5 ครั้งแล้ว ในการสุ่มข้าวสารหลังการทดลองปล่อยแตนเบียน กรรมวิธีไม่ปล่อยแตนเบียน (กรรมวิธีควบคุม) แต่กลับพบแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* ซึ่งเกิดจากการที่แตนเบียนมุดหรือเล็ดลอดเข้าไปตามช่องว่างของตาข่าย (Figure 9) ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในกรรมวิธีปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* อย่างต่อเนื่อง 1,000 และ 2,000 ตัว ทั้งสองกรรมวิธีนี้ไม่มีความแตกต่างกันในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด และแตนเบียนตั้งรกรากได้ตลอดการทดลอง 60 วัน (Figure 10-11) ทั้งนี้ พฤติกรรมของแตนเบียน *A. calandrae* สามารถกระจายตัวและเคลื่อนที่เพื่อค้นหาเหยื่อในบริเวณที่มีระดับความลึกได้ (Press, 1988) ขณะที่ แตนเบียน *T. elegans* สามารถเข้าทำลายเหยื่อได้ดีทั้งในหนอนด้วงงวงข้าวโพดและหนอนมอดหัวป้อม มีการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติโดยเฉพาะในอากาศเย็น (Wen *et al*., 1994 และ Wen and Brower, 1995) และสามารถตั้งรกรากได้ ดังนั้น การใช้แตนเบียนร่วมกันทั้งสองชนิดนี้อาจทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน

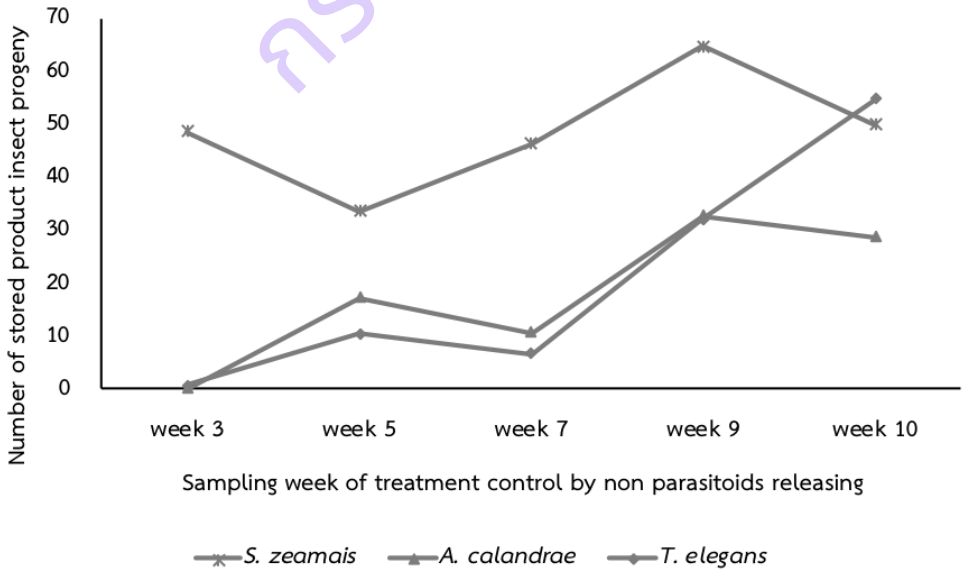

Figure 6 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny by non-parasitoids releasing by treatment control, which was an experimental on parasitoid density of continuously parasitoids releasing.

กรมวิทยาศาสตร์

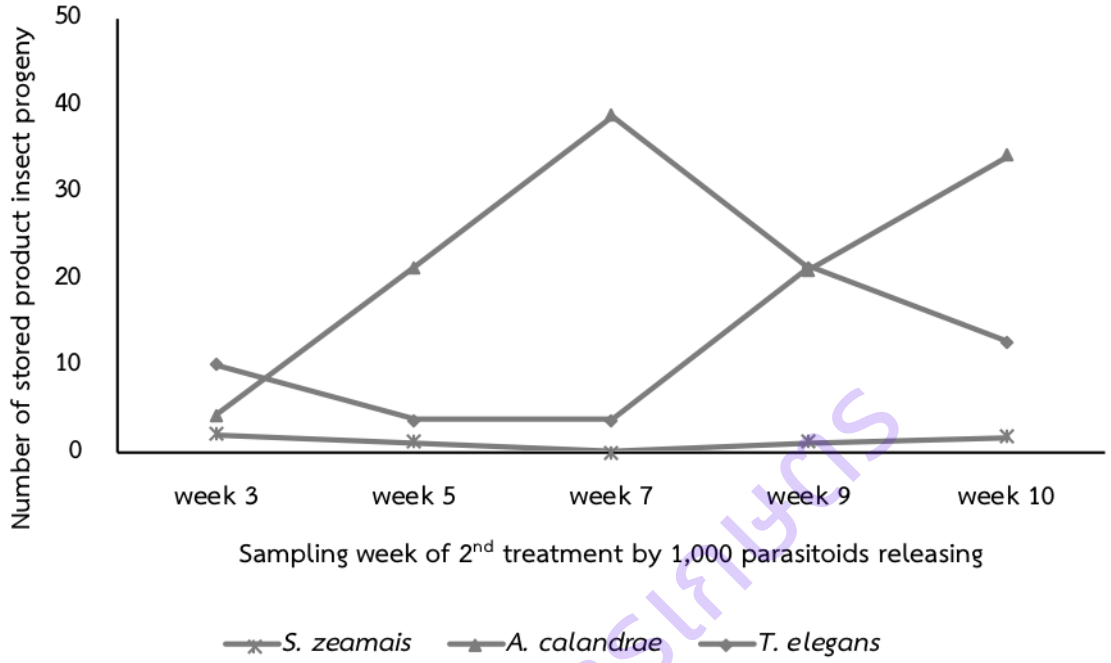

Figure 7 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny was emerging from 1,000 parasitoids releasing by 2nd treatment, which was an experimental on parasitoid density of continuously parasitoids releasing.

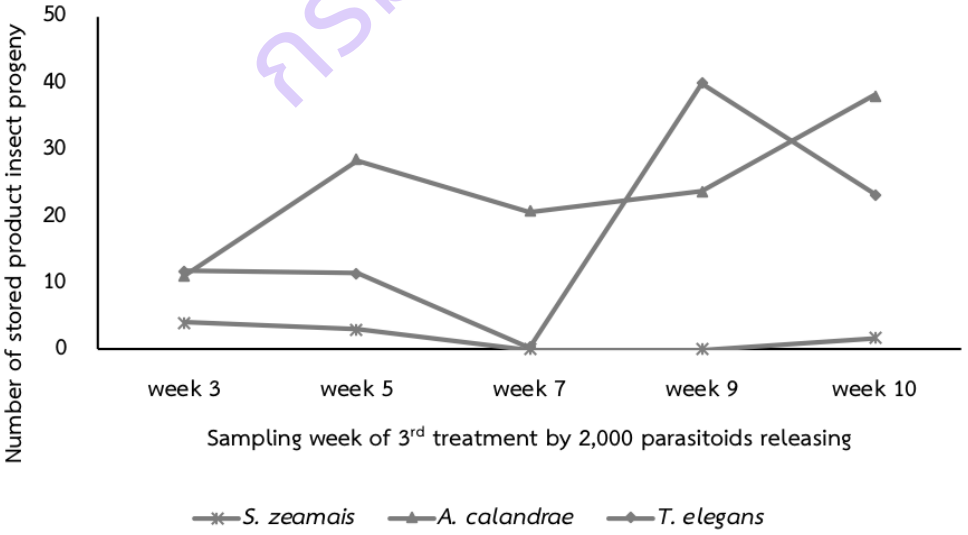

Figure 8 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny was emerging from 2,000 parasitoids releasing by 3rd treatment, which was an experimental on parasitoid density of continuously parasitoids releasing.

กรมวิชาการเกษตร

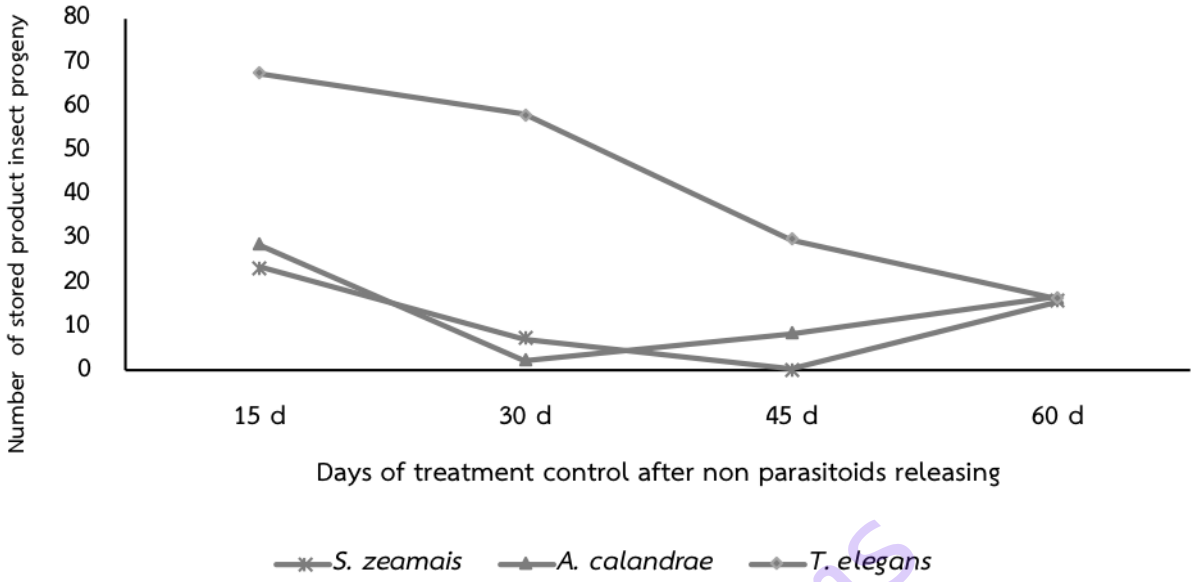

Figure 9 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny after non parasitoids releasing by treatment control, which was an experimental on parasitoid density of continuously parasitoids releasing.

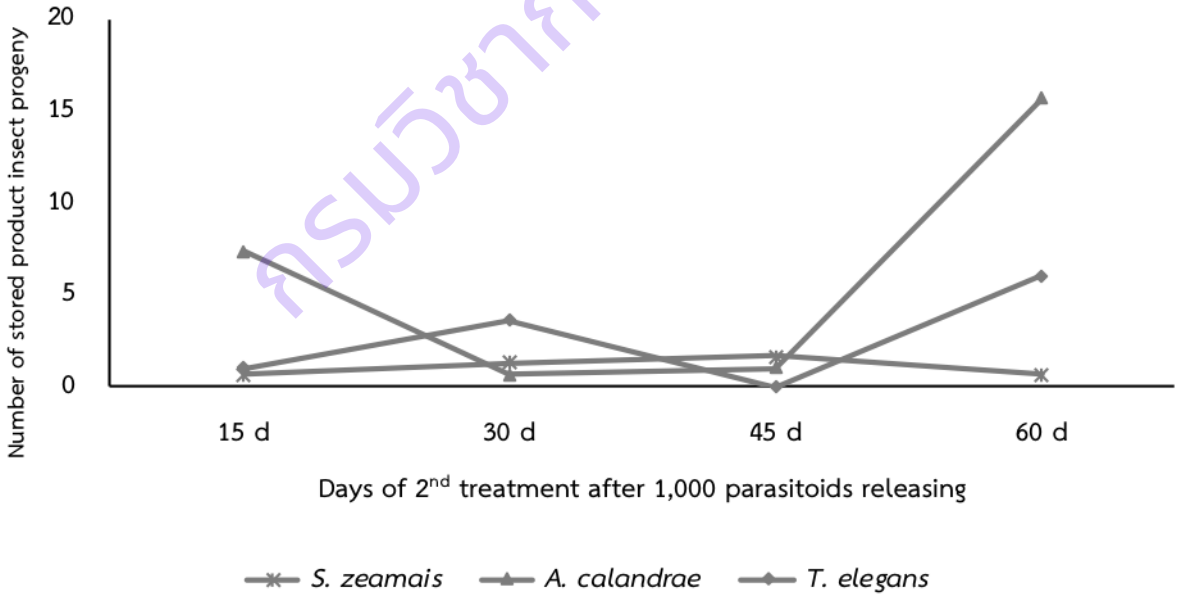

Figure 10 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny after 1,000 parasitoids releasing by 2nd treatment, which was an experimental on parasitoid density of continuously parasitoids releasing.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

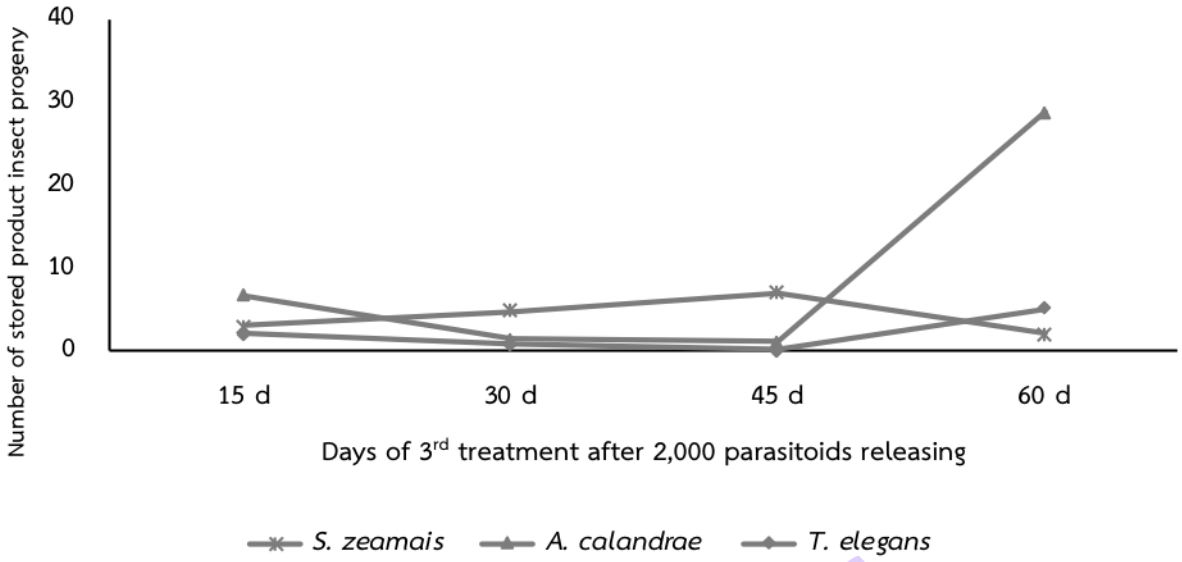

Figure 11 Number of *Sitophilus zeamais*, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans* progeny after 2,000 parasitoids releasing by 3rd treatment, which was an experimental on parasitoid density of continuously parasitoids releasing.

ในส่วนการประเมินคุณภาพข้าวสาร หลังจากสิ้นสุดการทดลองปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* โดยการปล่อยแตนเบียนแบบหลายครั้งต่อเนื่องกัน พบว่า ในกรรมวิธีไม่ปล่อยแตนเบียน มีเมล็ดดี 2,181 เมล็ด และเมล็ดเสีย 458 เมล็ด กรรมวิธีปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* จำนวน 1,000 ตัว มีเมล็ดดี 2,280.33 เมล็ด และเมล็ดเสีย 396 เมล็ด และกรรมวิธีปล่อยแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* จำนวน 2,000 ตัว มีเมล็ดดี 2,309.33 เมล็ด และเมล็ดเสีย 327.33 เมล็ด

อย่างไรก็ตาม เป็นที่ทราบกันดีในหลักการของการใช้แตนเบียนในการควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ผลผลิตทางการเกษตร เช่น ข้าวสาร จะต้องมีความเสียหายอันเกิดจากการกัดกินและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชเสียก่อน ดังนั้น ในการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสารก่อนจะทำการป้องกันกำจัดโดยการใช้แตนเบียนทั้งสองชนิดนี้ ซึ่งอ้างอิงจากการทดลอง ที่อัตราการสุ่มข้าวสาร 500 กรัม ไม่ควรพบด้วงงวงข้าวโพดเกิน 14-15 ตัว โดยได้คำนวณจากการ ปล่อยด้วงงวงข้าวโพด จำนวน 100 ตัว ลงในข้าวสารและปล่อยให้วางไข่ 1 คืน พบว่า สามารถผลิตรุ่นลูกได้ 892.25 หรือ ประมาณ 892 ตัว (ไม่ได้ตีพิมพ์, 2564) หากเปรียบเทียบบัญญัติไตรยางค์ จะได้

ในการทดลองใช้ข้าวสาร 30 กิโลกรัม จะพบด้วงงวงข้าวโพดทั้งหมดที่เกิดขึ้น 892 ตัว

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวสาร 500 กรัม (0.5 กิโลกรัม) ดังนั้น จะพบด้วงงวงข้าวโพด $= \frac{892 \times 0.5}{30}$

$= 14.87$ ตัว

ในการป้องกันหรือควบคุมด้วงงวงข้าวโพดโดยการใช้แตนเบียนภายในสภาพกรงมุ้งลวด (โรงสีจำลอง) ขนาดปริมาตร 2.43 ลูกบาศก์เมตร สำหรับเกณฑ์ในการตัดสินใจหากเลือกใช้วิธีการนี้ ต้องทำการสุ่มตรวจนับแมลง

ก่อนที่จะทำการป้องกันและควบคุมด้วงงวงข้าวโพด หากพบจำนวนด้วงงวงข้าวโพดที่มากกว่า 15 ตัว ต่อ ข้าวสาร 500 กรัม ในการเลือกใช้วิธีการป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดโดยการใช้แตนเบียน ดังนั้นในการใช้แตนเบียนเพื่อควบคุมด้วงงวงข้าวโพด จำเป็นต้องสุ่มเก็บตัวอย่างแมลงก่อนการทำการปล่อยแตนเบียน และกำหนดเกณฑ์ของจำนวนด้วงงวงข้าวโพดที่สามารถยอมรับได้โดยไม่กระทบต่อระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของพรทิพย์ (2550) ว่า ระดับเศรษฐกิจ (Economic Threshold, ET) หรือระดับความหนาแน่นของแมลงที่พบแล้วต้องดำเนินการควบคุมหรือป้องกันกำจัดในเขตประเทศเขตร้อนชื้น มีระดับเศรษฐกิจอยู่ที่การพบแมลงเท่ากับ 10 ตัว ในข้าวสาร 10 กิโลกรัม ในต่างประเทศนั้นมีการใช้แตนเบียน *A. calandrae*, *L. distinguendus* และ *Habrobracon hebetor* ในเชิงการค้า โดยใช้แตนเบียนเพื่อควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บสินค้าประเภทแป้งออร์แกนิค และโรงงานผลิตขนมปังออร์แกนิค อย่างไรก็ตาม วิธีการใช้แตนเบียนเพื่อควบคุมและลดจำนวนประชากรแมลงศัตรูก็อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อลดการใช้สารเคมี

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ เพื่อเพิ่มปริมาณแตนเบียน ปัจจัยในเรื่องของชนิดและอายุของแมลงอาศัย (แมลงศัตรู) ที่เหมาะสมต่อการลงเบียนของแตนเบียน ซึ่งจะเป็นแหล่งอาหารที่จะทำให้ช่วยเพิ่มปริมาณ หรือจำนวนแตนเบียนได้ รวมถึงชนิดพันธุ์ของเมล็ดพืช เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับในการเลี้ยงแมลงอาศัย ซึ่งอาจจำเป็นที่จะต้องมีนำไปศึกษาต่อไป การใช้ชนิดของแตนเบียน *A. calandrae* ร่วมกับ *T. elegans* และอัตราการปล่อยแตนเบียนเพื่อควบคุมและลดจำนวนประชากรของแมลงศัตรูในโรงเก็บนั้น โดยใช้อัตราการปล่อยแตนเบียน 1,000 และ 2,000 ตัว และปล่อยแตนเบียนให้เข้าทำลายเหยื่ออย่างต่อเนื่องติดต่อตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป เพื่อให้แตนเบียนมีปริมาณมาก และสามารถตั้งรกรากได้ จะทำให้แตนเบียนมีประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรด้วงงวงข้าวโพดได้ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

- เผยแพร่ความรู้ให้แก่เกษตรกร ผู้สนใจ หรือผู้ประกอบการ
- นำเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการ หรือตีพิมพ์ลงในวารสาร ทั้งในและต่างประเทศ

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกคนในกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

12. เอกสารอ้างอิง

ใจทิพย์ อุไรชื่น และพรทิพย์ วิสารทานนท์. 2549. การศึกษาชีววิทยาและประสิทธิภาพของแตนเบียน *Theocolax elegans* (Westwood) ในการควบคุมแมลงศัตรูข้าวหลังการเก็บเกี่ยว, น. 71- 80. ในรายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2548. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร

_____, พรทิพย์ วิสารทานนท์ และ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์. 2550. การศึกษาชีววิทยาและประสิทธิภาพของแตนเบียน *Theocolax elegans* (Westwood) ในการควบคุมแมลงศัตรูข้าวหลังการเก็บเกี่ยว, น. 25- 36. ใน ใจทิพย์ อุไรชื่น. ผลงานฉบับเต็ม ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักกีฏวิทยา 7ว. ตำแหน่งเลขที่ 2920. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

พรทิพย์ วิสารทานนท์. 2550. การจัดการแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรโดยวิธีผสมผสาน, น. 101-106 ใน เอกสารการประกอบการบรรยาย การฝึกอบรมหลักสูตร การควบคุมแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ระหว่างวันที่ 12-13 กรกฎาคม 2550. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

_____, พรรณเพ็ญ ชโยภาส, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, จิราภรณ์ ทองพันธุ์, ดวงสมร สุทธิสุทธิ์, ลักขณา ร่มเย็น, ภาวินี หนูชนะภัย และอัจฉรา เพชรโชติ. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. 2551. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 170 น.

_____, รังสิมา เก่งการพานิช, ใจทิพย์ อุไรชื่น, และ จิราภรณ์ ทองพันธ์. 2549. การควบคุมด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motschulsky โดยแตนเบียนมอด *Anisopteromalus calandrae* (Howard). น.59-70 ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2548. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, ใจทิพย์ อุไรชื่น, ดวงสมร สุทธิสุทธิ์, ภาวินี หนูชนะภัย, ศรุตา สิทธิไชยากุล, พนัญญา พบสุข และ รัตนาพร พงษ์มี. 2561. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. นนทบุรี. 224 หน้า.

Adarkwah, D.O.O, C. Büttner, C. Reichmuth and M. Schöller. 2012. Potential of *Lariophagus distinguendus* (Förster) (Hymenoptera: Pteromalidae) to suppress the maize *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in bagged and bulk stored maize. Biological Control**.** 60(2): 175-181.

Ahmed, K.S. 1996. Studies on the Ectoparasitoid, *Anisopteromalus calandrae* How. (Hymenoptera: Pteromalidae) as a Biocontrol Agent against the Lesser Grain Borer, *Rhyzopertha dominica* (Fab.) in Saudi Arabia. Journal of Stored Products Research. 32(2):137-140.

Assem, J.V.D. and D.J. Kuenen. 1958. Host finding of *Choetospila elegans* Westw. (Hym. Chalcid.) a parasite of *Sitophilus granaries* L. (Coleopt. Curcul.) Ent. Exp. & Appl. 1: 174-180.

กรมวิชาการเกษตร

Bare, C.O. 1942. Some natural enemies of stored-tobacco insects, with biological notes. J. Econ. Entomol. 35: 185-189.

Belda, C. and J. Riudavets. 2012. Reproduction of the parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Howard) and *Lariophagus distinguendus* (Förster) on arenas containing a mixed population of the coleopteran pests *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica*. Journal of Pest Science. 85: 381-385.

Brower, J.H., L. Smith, P.V. Vali and P.W. Flinn. 1996. Biological control. pp. 223-286 In B. Subramnyam and D.W. Hagstrum. Intergrated management of insects in stored products. Marcel Dekker Inc. New York.

Chun, Y.S., M.I. Ryoo and W.I. Choi. 1998. Influences of resource patch distribution on a host-parasitoid system stability in patch environment: a laboratory study. Journal of Asia-Pacific Entomology. 1(2): 223-234.

Cuny, M.A.C., J. Traine, C. Bustos-Segura and B. Benrey. 2019. Host density and parasitoid presense interact and shape the outcome of a tritrophic interaction on seeds of wild lima bean. Scientific Reports. 9: 18591.

Flinn, P.W. and D.W. Hagstrum. 2001. Augmentative release of parasitoid wasps in stored wheat reduces insect fragments in flour. Journal of Stored Products Research. 37(2): 179-186.

_____. and _____. 2002. Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Bostrichidae) in stored wheat. Journal of Stored Products Research. 38(2): 185-190.

Godfray, H.C.J. 1994. Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press. 473 pp.

Gordh, G. 1979. Superfamily Chalcidoidea, Family Pteromalidae, subfamily Cerocephalinae, pp. 780-781 In V. K. Krombein, D. P. Hurd Jr., R. D. Smith, and D.B. Burks (eds.) Catalogue of Hymenoptera in America North of Mexico. Vol. 1. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Hagstrum D.W. and B. Subramanyam. 2009. A review of Stored-Product Entomology Information Sources. American Entomologist. 55(3): 174-183.

Hansen, L.S. 2007. Biological potential of *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae) against *Sitphilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) at low temperature: Reproduction and parasitoid induced mortality. Journal of Economic Entomology. 100(3): 1011-1016.

Hayashi, T., S. Nakamura, P. Visarathanonth, J. Uraichen and R. Kengkanpanich, eds. 2004. Stored rice insect pests and their natural enemies in Thailand. JIRCAS International Agricultural Series No. 13. Funny Publishing Co. Ltd., Bangkok.

กรมวิทยาศาสตร์

King, B.H. 1998. Host age response in the parasitoid wasp *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae). Journal of Insect behavior. 11(1): 103-117.

Konishi, K., T.C. Narendran, T. Imamura and P. Visarathanonth. 2004. Chalcididae (Hymenoptera) from rice stores in Thailand, with description of two new species. Entomological Science. 7(1): 31-38.

Nakakita, H., P. Sittisuuang, P. Visarathanonth, M. Kuwahara, P. Urairong, and P. Sinchaisri. 1991. Studies on Quality Preservation of Rice Grains by the Prevention of Infestation by Stored-product Insects in Thailand. Bangkok. 192 pp.

Niedermayer S. and Johannes L.M. Steidle. 2013. The hohenheimer box-a new way to rear and release *Lariophagus distinguendus* to control stored product pest insects. Biological Control. 64: 263-269.

Panagiotis, A. Eliopoulos, Chirstos G. Athanasiou and Constantin H. Buchelos. 2002. Occurrence of Hymenopterous parasitoids of stored product pests in Greece. Integrated Protection of Stored Products. IOBC Bulletin. 25(3): 127-139.

Press, J.W. 1988. Movement of a weevil parasitoid, *Anisopteromalus calandrae* (Howard), within a column of wheat in relation to host location. Journal of Agricultural Entomology. 5(3): 205-208.

Sharifi, S. 1 9 7 2 . Radiographic studies of the parasite *Choetospila elegans* on maize weevil, *Sitophilus zeamais*. Ann. Entomol. Soc. of Am. 65(4): 852-856

Shin, S.S., Y.S. Chun and M.I. Ryoo. 1994. Functional and numerical responses of *Anisopteromalus calandrae* and *Laroiophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae) to the various density of an alternative host, *Callosobruchus chinensis*. Korean Journal of Entomology. 23(2): 367-373.

Wen, B. and J.H. Brower. 1995. Competition between *Aniosopteromalus calandrae* and *Choetospila elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) at Different Parasitoid Densities on Immature Rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in Wheat. Biological Control. 5: 151-157.

_____., L. Smith and J.H. Brower. Competition between *Anisopteromalus calandrae* and *Choetospila elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) at different parasitoid densities on immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) in corn. Environment Entomology. 23: 367-373.

Williams R.N. and E.H. Floyd. 1971. Effect of two parasites, *Anisopteromalus calandrae* and *Choetospila elegans*, upon populations of the maize weevil under laboratory and natural condition. Journal of Economic Entomology. 64: 1407-1408.

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร