ชนิดและเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) ในแปลงข้าวโพด และอายุขัยของแตนเบียน *Chelonus insularis* (Hym.: Braconidae)

Species and Percentage Parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Corn Fields and Longevity of *Chelonus insularis* (Hym.: Braconidae)

จุฑามาส ฮวดประสิทธิ์[1] และ เบญจคุณ แสงทองพราว[2,*]

Jutamas Huadprasit[1] and Benjakhun Sangtongpraow[2,*]

[1] โครงการเกษตรเขตร้อน ภาคพิเศษ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2] ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Tropical Agriculture International Program, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2] Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

รับเรื่อง: 20 กุมภาพันธ์ 2566 Received: 20 February 2023

ปรับแก้ไข: 10 กรกฎาคม 2566 Revised: 10 July 2023

รับตีพิมพ์: 19 กรกฎาคม 2566 Accepted: 19 July 2023

* Corresponding author: fagrbks@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) สร้างความเสียหายให้กับข้าวโพดและระบาดอย่างรวดเร็วในประเทศไทย การควบคุมด้วยแมลงศัตรูธรรมชาติถือเป็นทางเลือกหนึ่ง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด และศึกษาอายุขัยของแตนเบียน *Chelonus insularis* Cresson ตัวเต็มวัย

วิธีดำเนินการวิจัย: สุ่มเก็บหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดวัย 1–6 และกลุ่มไข่จากแปลงข้าวโพด 5 จังหวัด มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ และนำแตนเบียน *C. insularis* มาเลี้ยงด้วยอาหาร 3 รูปแบบ (สารละลายน้ำผึ้งความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำ และไม่ให้อาหาร) วางแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (CRD)

ผลการวิจัย: แตนเบียนที่เข้าเบียนหนอนและไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในสภาพแปลงมี 3 ชนิด คือ แตนเบียน *C. insularis*, *Charops bicolor* (Szepligeti) และ *Cotesia* sp. และแมลงวันก้นขน 1 ชนิด โดยแตนเบียน *C. insularis* เข้าเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่เก็บจากแปลงมากที่สุดคิดเป็น 6.25–66.15 เปอร์เซ็นต์ของแมลงเบียนทั้งหมด เมื่อเก็บไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดพบจำนวนไข่เฉลี่ย 61.52–304.38 ฟองต่อกลุ่มไข่ เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ 20.54–63.66 เปอร์เซ็นต์ พัฒนาเป็นผีเสื้อ 10.06–40.09 เปอร์เซ็นต์ และถูกแตนเบียน *C. insularis* เข้าเบียน 3.94–22.67 เปอร์เซ็นต์ อาหารมีผลต่ออายุขัยของแตนเบียน *C. insularis* อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยสารละลายน้ำผึ้งทำให้มีอายุขัยเฉลี่ย 16.21 ± 3.28 วัน ในเพศผู้ และ 19.86 ± 3.11 วัน ในเพศเมีย

สรุป: แตนเบียน *C. insularis* มีศักยภาพที่จะนำไปศึกษาหาวิธีเพาะเลี้ยงเพื่อใช้ควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลง

คำสำคัญ: แมลงตัวเบียน, แตนเบียนไข่-หนอน, ข้าวโพด

ABSTRACT

Background and Objectives: The fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), is known for causing extensive damage to corn crops and rapidly spreading in Thailand. One potential method of control is through natural enemy insects. The objectives of this research were to study the species and percentage of parasitism by FAW parasitoids and to determine the longevity of *Chelonus insularis* Cresson adults.

Methodology: Larvae in the first through sixth instars and egg masses of FAW were randomly collected from corn fields in five provinces and subsequently reared in the laboratory. *C. insularis* adults were reared using three types of food (50% honey solution, water, and no diet). The experimental design followed a completely randomized design (CRD).

Main Results: The results revealed three species of parasitoids that attacked the larval and egg stages of FAW in corn fields, as follows: *C. insularis*, *Charops bicolor* (Szepligeti), *Cotesia sp*., and one species of tachinid fly. The percentage parasitism of *C. insularis* in FAW larvae collected from the fields was the highest, ranging from 6.25% to 66.15% of all parasitoids. When collecting FAW eggs in the fields, the number of eggs per mass ranged from 61.52 to 304.38 eggs/mass The hatching rate of FAW eggs ranged from 20.54% to 63.66%, and 10.06% to 40.09% of the FAW larvae developed into adults. The percentage parasitism of *C. insularis* ranged from 3.94% to 22.67%. Different diets had a significant effect on the longevity of *C. insularis* ($P < 0.05$). The honey solution provided the longest longevity, with males living for 16.21 ± 3.28 days and females for 19.86 ± 3.11 days.

Conclusions: *C. insularis* is a potential parasitoid for mass-rearing exploration and for controlling FAW in the fields.

Keywords: Parasitic wasp, egg-larval parasitoid, maize

บทนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจหลักสำคัญที่มีบทบาททางด้านอาหารของมนุษย์และสัตว์ในหลายทวีปทั่วโลก ด้วยคุณค่าทางด้านโภชนาการ ข้าวโพดจึงถูกนำมาใช้เป็นพืชอาหารโดยตรงหรือเข้าโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งนอกจากประโยชน์ทางด้านการบริโภค ข้าวโพดยังถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรม เช่น การทำเอทานอล แป้ง น้ำตาล และน้ำมัน เป็นต้น (du Plessos, 2003) จึงทำให้ข้าวโพดเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ข้าวโพดเป็นพืชที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง จึงสามารถปลูกได้ในสภาพภูมิอากาศหลากหลายในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก โดยประเทศที่มีการเพาะปลูกข้าวโพด เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา จีน บราซิล อินโดนีเซีย เวียดนาม และลาว เป็นต้น สำหรับประเทศไทย ข้าวโพดถือเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่สร้างรายได้จากการส่งออกได้ปีละกว่าหลายพันล้านบาท ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมเฉลี่ย 1.12 พันล้านบาท (Department of Foreign Trade, 2021) ในปี พ.ศ. 2564 การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่นที่ 1 (ช่วงฤดูฝน) พบเนื้อที่เพาะปลูกประมาณ 6.33 ล้านไร่ จากจำนวน 36 จังหวัด ซึ่งปริมาณผลผลิตข้าวโพดที่มีระดับความเสียหาย 30 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ 1.3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 1.02 หมื่นล้านบาท ในขณะที่การเพาะปลูกข้าวโพดรุ่นที่ 2 (ช่วงฝนทิ้งช่วงและเข้าสู่ฤดูแล้ง) คาดการณ์ว่าจะมีพื้นที่การเพาะปลูกลดลงอยู่ที่ 0.73 ล้านไร่ โดยปริมาณผลผลิตข้าวโพดที่มีระดับความเสียหาย 30 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ 1.73 แสนตัน คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 1.31 พันล้านบาท (Office of Agricultural Economics, 2021)

ทั้งนี้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดที่ลดลงอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ แต่สาเหตุประการหนึ่งที่สำคัญและยังคงสร้างปัญหาต่อการเพาะปลูกข้าวโพดเป็นอย่างมาก คือ ปัญหาจากหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (Fall armyworm) *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) ที่แพร่ระบาดจนอยู่ในระดับที่สร้างความเสียหายให้แก่เกษตรกรมาตั้งแต่ช่วงปลายปี พ.ศ. 2561 และยังคงมีแนวโน้มทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ซึ่งอาจสร้างความเสียหายได้มากถึง 70–100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ หากเกษตรกรไม่พร้อมรับมือกับสถานการณ์ อีกทั้งยังเป็นแมลงศัตรูพืชที่สามารถกินพืชอื่นเป็นอาหารได้มากกว่าอีก 80 ชนิด ทั้งข้าว ข้าวฟ่าง ฝ้าย รวมถึงพืชตระกูลถั่วและตระกูลผัก (Department of Agriculture, 2019) ด้วยเหตุนี้ หากไม่มีการจัดการเพื่อควบคุมปริมาณประชากรแมลงศัตรูชนิดนี้ด้วยวิธีการที่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจในวงกว้างได้ ซึ่งปัจจุบันมีการควบคุมแมลงชนิดนี้ด้วยสารเคมีกำจัดแมลง แต่อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีกำจัดแมลงยังคงเป็นวิธีการทางเลือกที่นำไปสู่การพัฒนาความต้านทานของแมลง (Early *et al*., 2018) ความไม่เฉพาะเจาะจงของสารเคมีที่ทำให้แมลงศัตรูธรรมชาติถูกทำลาย (Togola *et al*., 2018) รวมถึงความเป็นพิษต่อเกษตรกรและสร้างมลพิษในดิน ด้วยเหตุนี้ จึงมีการวิจัยเพื่อหาแนวทางที่จะนำไปสู่การปฏิบัติทางการเกษตรอย่างปลอดภัย ด้วยการใช้ชีววิธีอย่างการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง (Akutse *et al*., 2019) ไส้เดือนฝอยสาเหตุโรคแมลง (Caccia *et al*., 2014) หรือจะเป็นการใช้วิธีการปรับปรุงพันธุกรรม (Oliveira *et al*., 2018) อย่างไรก็ตาม ทางเลือกของการควบคุมแมลงศัตรูพืชชนิดนี้ด้วยการใช้แมลงศัตรูธรรมชาติถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมถึงแมลงศัตรูธรรมชาติโดยเฉพาะแมลงตัวเบียนที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยที่บางชนิดมีความสามารถในการค้นหาเหยื่อสูง (Barrantes and Castelo, 2014; Yesuf, 2016) ประกอบกับในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยที่นำแมลงศัตรูธรรมชาติมาใช้ควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมากนัก

ดังนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาชนิดและเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนที่ลงเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดระยะไข่และระยะหนอนที่พบใน

แปลงปลูกตามธรรมชาติ จำนวน 5 จังหวัด และนำแตนเบียน *Chelonus insularis* Cresson ที่พบว่ามีความสามารถมากกว่าแตนเบียนชนิดอื่นในการเข้าเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในระยะไข่-หนอนในสภาพธรรมชาติ (Molina-Ochoa *et al*., 2003; Roque-Romero *et al*., 2020) มาศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินคุณลักษณะทางชีววิทยา คือ อายุขัย (Longevity) ด้วยการเลี้ยงแตนเบียนด้วยสารละลายน้ำผึ้ง น้ำเปล่า และการไม่ให้อาหาร (Rezende *et al*., 1995; Hentz *et al*., 1998) ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปศึกษาหาแนวทางการเพิ่มจำนวนและนำแตนเบียน *C. insularis* ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมปริมาณประชากรหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาชนิดและเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในสภาพแปลง

สุ่มเก็บระยะหนอนของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดวัยที่ 1–6 และกลุ่มไข่บนต้นข้าวโพดจาก 12 แปลงปลูกข้าวโพดใน 5 จังหวัด ที่มีพื้นที่การปลูกมากในประเทศไทย คือ อำเภอท่ามะกา และอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอกำแพงแสน และอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม อำเภอพัฒนานิคม (1) อำเภอพัฒนานิคม (2) และอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี อำเภอปากช่อง (1) อำเภอปากช่อง (2) อำเภอปากช่อง (3) และอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยอ้างอิงตามปริมาณพื้นที่การเพาะปลูกข้าวโพด (Department of Agriculture Extension, 2019) ในระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 โดยใช้ปากคีบหนีบตัวหนอนอย่างเบามือจากบริเวณยอดข้าวโพด ส่วนกลุ่มไข่เก็บจากใบข้าวโพดโดยใช้กรรไกรตัดกลุ่มไข่ออกจากใบข้าวโพดเป็นรูปสี่เหลี่ยม นำหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและกลุ่มไข่มาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ สำหรับหนอนที่เก็บได้นำมาแยกเลี้ยงในถ้วยพลาสติกขนาด 1 ออนซ์ ถ้วยละ 1 ตัว ภายในถ้วยมีอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอน (สูตรอาหารเทียมจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 1 × 1 × 1 เซนติเมตร และปิดด้วยฝาที่เจาะรู เลี้ยงภายใต้อุณหภูมิห้อง (เฉลี่ย 27 ± 3 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ เปลี่ยนอาหารทุก 3 วัน จนกระทั่งเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัย บันทึกจำนวนตัวหนอนที่พัฒนาเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัย ชนิดและจำนวนของแมลงตัวเบียนที่ออกมา และนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การเบียนของแมลงตัวเบียนแต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่ดังสมการ [1]

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเข้าเบียน} = \frac{\text{จำนวนแมลงเบียนที่ฟัก}}{\text{จำนวนตัวหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดทั้งหมดที่นับได้}} \times 100 \quad \text{------- [1]}$$

สำหรับกลุ่มไข่ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่เก็บได้ ทำการตรวจนับและบันทึกจำนวนไข่แต่ละกลุ่มภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป ก่อนนำไข่ไปเลี้ยงในถ้วยพลาสติกที่ภายในมีอาหารเทียมที่ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ปิดปากถ้วยด้วยกระดาษทิชชูเพื่อป้องกันหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดวัยที่ 1 ออกมานอกถ้วย ก่อนปิดด้วยฝาที่เจาะรู จากนั้น ทยอยแยกหนอนที่ฟักออกไปเลี้ยง ถ้วยละ 1 ตัว เพื่อป้องกันการกินกันเอง บันทึกจำนวนตัวหนอนที่พัฒนาเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัย จำนวนแตนเบียน *C. insularis* ที่ฟักออกมา และนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การฟักของหนอน [2] เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของหนอน [3] และเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียน *C. insularis* ในแต่ละพื้นที่ [4] ดังสมการต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์การฟักของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด = $\frac{\text{จำนวนหนอนทั้งหมดที่ฟัก}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมดที่นับได้}} \times 100$ ------- [2]

เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด

$= \frac{\text{จำนวนหนอนทั้งหมดที่พัฒนาเป็นตัวเต็มวัย}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมดที่นับได้}} \times 100$ ------- [3]

เปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียน *C. insularis*

$= \frac{\text{จำนวนแตนเบียน } C.insularis \text{ ทั้งหมดที่ออกมา}}{\text{จำนวนไข่ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดทั้งหมดที่นับได้}} \times 100$ ------- [4]

การศึกษาอายุขัย (Longevity) ของแตนเบียนตัวเต็มวัย *C. insularis*

นำแตนเบียน *C. insularis* ตัวเต็มวัยที่ได้จากการศึกษาชนิดและเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในสภาพแปลงมาศึกษาอายุขัยต่อในห้องปฏิบัติการ โดยนำแตนเบียนตัวเต็มวัย (อายุไม่เกิน 12 ชั่วโมงหลังจากออกจากดักแด้) มาทดสอบในถ้วยพลาสติกขนาด 1 ออนซ์ ที่ปิดด้วยฝาเจาะรู แบ่งลักษณะการให้อาหารเป็น 3 รูปแบบ คือ ใส่สำลีชุบสารละลายน้ำผึ้ง (อัตราส่วนน้ำผึ้งต่อน้ำ เท่ากับ 1:1) ใส่สำลีชุบน้ำเปล่าสำหรับเป็นอาหาร (เปลี่ยนสำลีทุกวัน) และไม่ให้อาหาร เนื่องจากในการเพาะเลี้ยงแมลงศัตรูธรรมชาติในห้องปฏิบัติการนิยมใช้สารละลายน้ำผึ้งเป็นอาหารให้พลังงานและหาได้ง่าย ทำการทดลองรูปแบบละ 20 ซ้ำต่อเพศของแตนเบียน บันทึกจำนวนวันที่แตนเบียนเพศเมียและเพศผู้ยังมีชีวิตอยู่

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนแบบการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างของอายุขัยของแตนเบียนโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Tukey's HSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ชนิดและเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในสภาพแปลง

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดระยะตัวอ่อนวัยที่ 1–6 บนต้นข้าวโพดจากแปลงปลูก 5 จังหวัด คือ จังหวัดกาญจนบุรี นครปฐม ลพบุรี สระบุรี และนครราชสีมา พบจำนวนหนอนแตกต่างกันในแต่ละแปลง เนื่องจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลงของเกษตรกร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (Plant Protection Research and Development Office, 2019) ได้แนะนำให้คลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารกำจัดแมลง เช่น ไซแอนทรานิลิโพรล (Cyantraniliprole) ก่อนนำไปปลูกหรือฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงทางใบเพื่อควบคุมการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด เช่น สไปนีโทแรม (Spinetoram) อีมาเมกตินเบนโซเอต (Emamectin benzoate) ฟลูเบนไดอะไมด์ (Flubendiamide) หรือการใช้เมทอกซีฟีโนไซด์ (Methoxy fenozide) ผสมกับสไปนีโทแรม จากการศึกษาพบแตนเบียนที่ลงเบียนในระยะหนอนของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แตนเบียน *C. insularis* แตนเบียน *Charops bicolor* (Szepligeti) และแตนเบียน *Cotesia* sp. และมีแมลงวันเบียนอีก 1 ชนิด คือ แมลงวันก้นขน (Tachinid fly) โดยแตนเบียน *C. insularis* มีเปอร์เซ็นต์การเบียนสูงสุดอยู่ในช่วง 6.25–66.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นแตนเบียน *C. bicolor* มีเปอร์เซ็นต์การเบียนอยู่ในช่วง 3.08–24.39 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแมลงวันก้นขนมีเปอร์เซ็นต์การเบียนอยู่ในช่วง 0.89–14.29 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

Table 1 List of natural enemies of *Spodoptera frugiperda* larvae and percentage parasitism (%) in corn fields

Places		Scientific name				
Provinces	Districts	*Chelonus insularis*	*Charops bicolor*	*Cotesia* sp.	Tachinid fly	*S. frugiperda*
Kanchanaburi	Thamaka (13.9357682, 99.7643661)[1]	27.68[2]	–	–	0.89	74.43[3]
	Thamuang (13.9270964, 99.6609092)	6.25	–	5	1.25	87.50
Nakhonpathom	Kamphaengsaen (14.0110567, 99.9355639)	33.33	–	–	–	66.67
	Muang (13.8777877, 99.9320392)	18.18	–	–	–	81.82
Lopburi	Pattananikhom (1) (14.9454175, 101.0940042)	–	–	–	–	–
	Pattananikhom (2) (14.9214992, 101.1982262)	66.15	3.08	–	–	30.77
	Kokcharoen (15.3680, 100.9060)	25.12	6.90	–	11.33	56.65
Saraburi	Wangmuang (14.8513519, 101.1806428)	42.86	–	–	–	57.14
Nakhonrat chasima	Pakchong (1) (14.6436062, 101.2524368)	–	–	–	–	–
	Pakchong (2) (14.6452695, 101.2301365)	–	7.14	–	14.29	78.57
	Pakchong (3) (14.6342997, 101.2332076)	59.76	24.39	–	–	15.85
	Wangnamkeaw (14.4070844, 101.7396027)	30.77	15.38	–	–	53.85

[1] Latitude and Longitude. [2] Percentage parasitism. [3] Percent survival of *S. frugiperda* larvae

ทั้งนี้มีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การเข้าเบียนในสภาพธรรมชาติ ประชากรของแมลงตัวเบียนมีความสอดคล้องกับประชากรของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่เป็นแมลงอาศัยในแต่ละพื้นที่ โดยแตนเบียนจะมีโอกาสออกลูกหลานในรุ่นต่อไปมาก เมื่อประชากรของแมลงอาศัยมีความหนาแน่นสูงกว่าพื้นที่ที่ประชากรแมลงอาศัยมีความหนาแน่นต่ำ (Samkova *et al*., 2019) การเลือกใช้สารเคมีกำจัดแมลงชนิดไม่เลือกทำลาย (Non-selective insecticide) แตนเบียนอาจได้รับสารเคมีกำจัดแมลงผ่านแมลงอาศัย กินน้ำหวานจากดอกไม้ที่ปนเปื้อนสารเคมี หรือได้รับสารเคมีโดยตรง ทำให้แตนเบียนมีปริมาณลดลง เปอร์เซ็นต์การเบียนจึงลดลงด้วย (Fernandes *et al*., 2010) ประกอบกับแตนเบียนเป็นแมลงที่มีความหลากหลายจากการศึกษาถึงกลไกที่มีผลต่อความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเข้าเบียน ซึ่งความหนาแน่นของแตนเบียนเป็นปัจจัยทำให้เกิดการแข่งขันระหว่างแตนเบียนต่างชนิดกัน (Interspecific competition) แตนเบียนบางชนิดมีพฤติกรรมการหลีกเลี่ยงฟีโรโมนที่ถูกปล่อยไว้บนแมลงอาศัยของแตนเบียนที่เข้าเบียนก่อนหน้า และสามารถจำแนกแมลงอาศัยที่ถูกเบียนแล้วได้ (Wang *et al*., 2020) แต่อย่างไรก็ตาม แตนเบียน *C. insularis* ไม่สามารถแยกระหว่างไข่ที่ถูกเบียนแล้วหรือยังไม่ถูกเบียนได้ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในเชิงบวกด้านการแข่งขันระหว่างชนิดของแตนเบียนที่นำไปสู่โอกาสการเพิ่มปริมาณได้มากกกว่าแตนเบียนชนิดอื่น (Earl, 1983) ในสภาพธรรมชาติแมลงตัวเบียนที่พบส่วนใหญ่จัดอยู่ในอันดับ Hymenoptera (Wang *et al*., 2019) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Otim (2021) ที่ศึกษาชนิดของแตนเบียนที่เข้าเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในสภาพแปลงข้าวโพดของประเทศยูกันดา จากการสำรวจแตนเบียนระยะไข่และหนอนของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด พบแตนเบียนทั้งหมด 13 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ในอันดับ Hymenoptera จำนวน 3 วงศ์ และอันดับ Diptera จำนวน 1 วงศ์ โดยแตนเบียน *Coccygidium* spp. และ *Chelonus bifoveolatus* เป็นแตนเบียนที่พบเข้าเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในหลายพื้นที่ และมีช่วงเปอร์เซ็นต์การเข้าเบียนอยู่ระหว่าง 3.1–50 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม แตนเบียนในสกุล *Chelonus* จัดเป็นแตนเบียนชนิดพื้นฐานที่พบเข้าเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและพบแพร่กระจายครอบคลุมในหลายพื้นที่ทั่วโลกรวมถึงเขตทวีปเอเชีย (Kittel *et al*., 2016; Firake and Behere, 2020) แตนเบียน *C. insularis* เป็นสาเหตุของการตายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแตนเบียนชนิดอื่นที่มีอยู่ในสภาพธรรมชาติ (Molina-Ochoa *et al*., 2003; Roque-Romero *et al*., 2020)

จากการสุ่มเก็บกลุ่มไข่ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดจากแปลงปลูกข้าวโพด พบว่า ไข่ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 1 กลุ่มไข่ มีจำนวนไข่เฉลี่ยอยู่ในช่วง 61.52–304.38 ฟองต่อกลุ่มไข่ (Table 2) ทั้งนี้ ผีเสื้อตัวเมียจะวางไข่ได้จำนวนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่แมลงอยู่อาศัย (Capinera, 2017) และผีเสื้อตัวเมียจะวางไข่มากที่สุดในช่วงระยะเวลา 4–5 วันแรกของการเป็นตัวเต็มวัย (Huesing and Chinwada, 2018) เมื่อนำไข่มาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ พบว่า ไข่มีเปอร์เซ็นต์การฟัก 20.54–63.66 เปอร์เซ็นต์ สามารถพัฒนาเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยได้ 10.06–40.09 เปอร์เซ็นต์ และถูกแตนเบียน *C. insularis* เข้าเบียนเท่ากับ 3.94–22.67 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ ที่เปอร์เซ็นต์การพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยรวมกับเปอร์เซ็นต์ถูกแตนเบียน *C. insularis* เข้าเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดไม่เท่ากับเปอร์เซ็นต์การฟัก อาจเนื่องจากการกินกันเองก่อนการแยกเลี้ยงของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่ฟักออกมาพร้อมกันเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์การเบียนที่พบในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่สูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

Table 2 Parasitism capacity of *Chelonus insularis* on egg masses of *Spodoptera frugiperda* in corn fields

Places		Average number of *S. frugiperda* eggs (eggs/mass)	Percentage hatching (%)	Survival of *S. frugiperda* (%)	Percentage parasitism (%)
Provinces	Districts				
Kanchanaburi	Thamaka (13.9357682, 99.7643661)	73.23 ± 39.68	49.31 ± 28.74	31.01 ± 18.50	16.52 ± 15.97
	Thamuang (13.9270964, 99.6609092)	61.52 ± 33.70	63.66 ± 25.36	39.95 ± 20.59	22.67 ± 15.31
Nakhonpathom	Kamphaengsaen (14.0110567, 99.9355639)	95.89 ± 53.43	61.64 ± 29.37	40.09 ± 24.17	20.05 ± 14.35
	Muang (13.8777877, 99.9320392)	65.32 ± 36.35	55.27 ± 27.20	36.04 ± 24.11	17.72 ± 11.30
Lopburi	Pattananikhom (1) (14.9454175, 101.0940042)	65.41 ± 26.94	45.00 ± 26.32	21.96 ± 18.73	21.52 ± 15.11
	Pattananikhom (2) (14.9214992, 101.1982262)	108.85 ± 60.60	53.51 ± 25.53	33.34 ± 23.93	18.94 ± 16.68
	Kokcharoen (15.3680, 100.9060)	304.38 ± 155.21	20.54 ± 16.44	10.06 ± 14.55	8.48 ± 9.60
Saraburi	Wangmuang (14.8513519, 101.1806428)	169.81 ± 99.45	47.72 ± 31.47	29.07 ± 23.86	17.76 ± 13.99
Nakhonratchasima	Pakchong (1) (14.6436062, 101.2524368)	232.55 ± 144.35	37.14 ± 24.36	26.76 ± 21.16	9.65 ± 18.15
	Pakchong (2) (14.6452695, 101.2301365	231.85 ± 117.78	32.22 ± 21.67	28.00 ± 19.23	3.94 ± 10.86
	Pakchong (3) (14.6342997, 101.2332076)	99.20 ± 70.64	58.34 ± 29.47	38.85 ± 22.88	17.59 ± 11.63
	Wangnamkeaw (14.4070844, 101.7396027)	183.26 ± 54.17	44.93 ± 27.99	32.43 ± 22.69	11.45 ± 13.10

จากงานวิจัยของ Molina-Ochoa *et al*. (2001) ที่ทำการสำรวจแตนเบียนของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในสภาพแปลงปลูกข้าวโพดที่ประเทศเม็กซิโก พบเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียน *Chelonus* sp. อยู่ในช่วง 5–10 เปอร์เซ็นต์ และ Ruiz-Najera *et al*. (2007) ทำการสำรวจแตนเบียนของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในอันดับ Hymenoptera และ Diptera ในประเทศเม็กซิโก พบว่า แตนเบียน *C. insularis* มีเปอร์เซ็นต์การเข้าเบียนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเท่ากับ 1.2 เปอร์เซ็นต์ หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดวัยต่าง ๆ ที่เก็บมาจากสภาพแปลงมีเปอร์เซ็นต์การเข้าเบียนของแตนเบียน *C. insularis* มากกว่าในระยะกลุ่มไข่ เนื่องจากแตนเบียน *C. insularis* เป็นแตนเบียนที่ลงเบียนตั้งแต่ระยะไข่แต่ยอมให้ไข่ฟักจนพัฒนาเป็นหนอน ก่อนที่หนอนจะตายและแตนเบียนจะเข้าดักแด้และเป็นตัวเต็มวัยในเวลาต่อมา (Omkar, 2016) หนอนที่เก็บมาจากสภาพแปลงจึงมีโอกาสที่ถูกเบียนมากกว่ากลุ่มไข่ กลุ่มไข่ที่เก็บจากแปลงอาจเป็นกลุ่มไข่ใหม่ที่เพิ่งวางจึงยังไม่มีแตนเบียนเข้าวางไข่

อายุขัย (Longevity) ของตัวเต็มวัยแตนเบียน *C. insularis*

จากการเลี้ยงตัวเต็มวัยของแตนเบียน *C. insularis* ด้วยอาหาร 3 รูปแบบ พบว่า อาหารมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ออายุขัยของแตนเบียน ($P < 0.05$) แตนเบียนที่เลี้ยงด้วยสารละลายน้ำผึ้งมีอายุขัยเฉลี่ยมากที่สุด โดยแตนเบียนเพศผู้มีอายุขัยเท่ากับ 16.21 ± 3.28 วัน เพศเมียมีอายุขัยเท่ากับ 19.86 ± 3.11 วัน (Table 3) สอดคล้องกับการศึกษาอายุขัยของแตนเบียน *Chelonus* sp. ระยะตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยสารละลายน้ำผึ้งมีอายุขัยเฉลี่ยประมาณ 16.5–20 วัน (Hentz *et al*., 1998) และที่เลี้ยงด้วยสารละลายน้ำตาลระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุขัยเฉลี่ยประมาณ 8.4–11.6 วัน (Rezende *et al*., 1995) ในขณะที่การให้น้ำเปล่าเป็นอาหารกับการไม่ให้อาหารทำให้แตนเบียนมีอายุขัยต่ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแตนเบียนที่ได้รับน้ำเปล่าเพศผู้มีอายุขัยเท่ากับ 7.07 ± 1.49 วัน เพศเมียมีอายุขัยเท่ากับ 9.79 ± 1.12 วัน ส่วนแตนเบียนเพศผู้และเพศเมียที่ไม่ได้รับอาหารมีอายุขัยเฉลี่ย 6.79 ± 1.63 และ 7.57 ± 1.99 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้ การได้รับรูปแบบอาหารแตกต่างกันส่งผลให้อายุขัยแตกต่างกัน เนื่องจากสารละลายน้ำผึ้งเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานเช่นเดียวกับน้ำหวานจากพืช (Nectar) จึงทำให้แตนเบียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติ โดยน้ำหวานจากพืชผลิตจากต่อมน้ำหวาน (Nectary gland) ที่มีอยู่ทั้งในดอก (Floral nectar) และส่วนต่าง ๆ ของพืช ยกเว้นราก (Extrafloral nectar) จะมีน้ำตาลและกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางดึงดูดแมลงให้มาผสมเกสร (Heil, 2011) ส่วนน้ำผึ้งได้จากผึ้ง (*Apis mellifera*; honeybees) ไปเก็บน้ำหวานจากพืชมาเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตภายในรัง น้ำย่อย (Enzyme) ภายในตัวผึ้งทำให้น้ำหวานจากพืชเปลี่ยนแปลงสภาพ มีละอองเกสรดอกไม้ถูกนำมาเป็นแหล่งโปรตีนและน้ำในธรรมชาติที่เป็นแหล่งของแร่ธาตุนำมาใช้เป็นอาหารของตัวอ่อนภายในรัง (Tafere, 2021) อย่างไรก็ตาม แตนเบียนเพศเมียมีอายุขัยยาวนานกว่าแตนเบียนเพศผู้ ภายใต้การได้รับอาหารชนิดเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษาความแตกต่างของเพศต่อการอยู่รอดของผีเสื้อระยะตัวเต็มวัยในธรรมชาติที่พบว่า เพศเมียมีช่วงชีวิตยาวนานมากกว่าเพศผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับการคัดเลือกเพศ (Sexual selection) ในธรรมชาติ ทำให้เพศเมียมีความเฉพาะทางเพศที่เหมาะสมต่อการรอดชีวิตและมีอายุขัยเฉลี่ยสูงกว่าเพศผู้ (Sielezniew *et al*., 2020)

Table 3 The longevity of *Chelonus insularis* adults fed on different diets

Diets	Longevity (day)	
	Male	Female
Honey solution	16.21 ± 3.28[a]	19.86 ± 3.11[a]
Water	7.07 ± 1.49[b]	9.79 ± 1.12[b]
No diet	6.79 ± 1.63[b]	7.57 ± 1.99[b]

[a,b] Means followed by different letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$) among treatments

สรุป

ในแปลงปลูกข้าวโพดที่สำคัญ 5 จังหวัด พบแตนเบียนระยะหนอนของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 3 ชนิด คือ *C. insularis*, *Charops bicolor* และ *Cotesia* sp. และพบแมลงวันก้นขนอีก 1 ชนิด โดยแตนเบียน *C. insularis* มีเปอร์เซ็นต์การเบียนสูงสุด 6.25–66.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับแมลงเบียนชนิดอื่น และสามารถเข้าทำลายผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดตั้งแต่ระยะไข่ถึงตัวหนอน สามารถเบียนไข่ได้ 3.94–22.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงด้วยสารละลายน้ำผึ้งทำให้ตัวเต็มวัยของแตนเบียน *C. insularis* มีอายุขัยสูงสุด 16.21 ± 3.28 วัน ในเพศผู้ และ 19.86 ± 3.11 วัน ในเพศเมีย แสดงถึงศักยภาพที่จะนำไปศึกษาต่อ หาวิธีเพาะเลี้ยง ก่อนนำไปปล่อยเพื่อใช้ควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ที่สนับสนุนสถานที่สำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Akutse, K.S., J.W. Kimemia, S. Ekesi, F.M. Khamis, O.L. Ombura and S. Subramanian. 2019. Ovicidal effects of entomopathogenic fungal isolates on the invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). J. Appl. Entomol. 143(6): 626–634. https://doi.org/10.1111/jen.12634.

Barrantes, M.E. and M.K. Castelo. 2014. Host specificity in the host-seeking larva of the dipteran parasitoid *Mallophora ruficauda* and the influence of age on parasitism decisions. Bull. Entomol. Res. 104(3): 295–306. https://doi.org/10.1017/s0007485314000029.

Caccia, M.G., E.D. Valle, M.E. Doucet and P. Lax. 2014. Susceptibility of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa gelotopoeon* (Lepidoptera: Noctuidae) to the entomopathogenic nematode *Steinernema diaprepesi* (Rhabditida: Steinernematidae) under laboratory conditions. Chilean J. Agric. Res. 74(1): 123–126. http://doi.org/10.4067/S0718-58392014000100019.

Capinera, J.L. 2017. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Available Source: https://edis.ifas.ufl.edu/in255, September 25, 2019.

Department of Agriculture Extension. 2019. Data of Maize Crop. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Department of Agriculture. 2019. Protections Fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Available Source: https://www.doa.go.th/plprotect/?page_id=3090, October 24, 2020. (in Thai)

Department of Foreign Trade. 2021. Maize (Corn) Export Statistics. Available Source: https://www.dft.go.th/th-th/DFT-Service/Service-Data-Information/Statistic-Import-Export/Detail-dft-service-data-statistic/ArticleId/20692/20692, October 24, 2021. (in Thai)

du Plessos, J. 2003. Maize Production. Available Source: https://www.arc.agric.za/arc-gci/Fact%20Sheets%20Library/Maize%20Production.pdf, September 25, 2019.

Earl, S.L. 1983. Competitive Interaction between *Chelonus insularis* Cresson and *Telenomus remus*, Two Parasitoids of *Spodoptera exigua*. MS Thesis, The University of Arizona, Arizona.

Early, R., P. González-Moreno, S.T. Murphy and R. Day. 2018. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. NeoBiota. 40: 25–50. https://doi.org/10.3897/neobiota.40.28165.

Fernandes, F.L., L. Bacci and M.S. Fernandes. 2010. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. EntomoBrasilis. 3(1): 1–10. https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v3i1.52.

Firake, D.M. and G.T. Behere. 2020. Bioecological attributes and physiological indices of invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) infesting ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) plants in India. Crop Prot. 137: 105233. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105233.

Heil, M. 2011. Nectar: generation, regulation and ecological functions. Trends Plant Sci. 16(4): 191–200. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.01.003.

Hentz, M.G., P.C. Ellsworth, S.E. Naranjo and T.F. Watson. 1998. Development, longevity and fecundity of *Chelonus* sp. nr. *curvimaculatus* (Hymenoptera: Braconidae), an egg-larval parasitoid of pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). Environ. Entomol. 27(2): 443–449. https://doi.org/10.1093/ee/27.2.443.

Huesing, J.E. and P. Chinwada. 2018. Integrated pest management of fall armyworm in Africa: an Introduction, pp. 1–10. *In* B.M. Prasanna, J.E. Huesing, R. Eddy and V.M. Peschke, eds. Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management. CIMMYT Headquarters, Mexico.

Kittel, R.N., A.D. Austin and S. Klopfstein. 2016. Molecular and morphological phylogenetics of chelonine parasitoid wasps (Hymenoptera: Braconidae), with a critical assessment of divergence time estimations. Mol. Phylogenet. Evol. 101: 224–241. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.05.016.

Molina-Ochoa, J., J.E. Carpenter, E.A Heinrichs and J.E. Foster. 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean Basin: an inventory. Fla. Entomol. 86(3): 254–289. https://doi.org/10.1653/0015-4040(2003)086[0254:PAPOSF]2.0.CO;2.

Molina-Ochoa, J., J.J. Hamm, R. Lezama-Gutiérrez, M. Lopez-Edwards, M. Gonzalez-Ramirez and A. Pescador-Rubio. 2001. A survey of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids in the Mexican States of Michoacán, Colima, Jalisco and Tamaulipas. Fla. Entomol. 84(1): 31–36. https://doi.org/10.2307/3496659.

Office of Agricultural Economics. 2021. Maize (Corn): the Results of Economic Forecast form the Outbreak of "Fall armywrom" Available Source: https://www.nabc.go.th/file/corn_040521.pdf, October 24, 2020. (in Thai)

Oliveira, N.C., A.K. Suzukawa, C.B. Pereira, H.V. Santos, A. Hanel, F.A. Albuquerque and C.A. Scapim. 2018. Popcorn genotypes resistance to fall armyworm. Cienc. Rural. 48(2): e20170378. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170378.

Omkar. 2016. Ecofriendly Pest Management for Food Security. Academic Press, India. 750 pp.

Otim, M.H., S.A. Aropet, M. Opio, D. Kanyesigye, H.N. Opolot and W.T. Tey. 2021. Parasitoid distribution and parasitism of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in different maize producing regions of Uganda. Insects. 12(2): 121. https://doi.org/10.3390/insects12020121.

Plant Protection Research and Development Office. 2019. Available Source: http://www.doa.go.th/plprotect/?p=3028, November 20, 2020. (in Thai)

Rezende, M.A.A., I. Cruz and T.M.C. Della Lucia. 1995. Biological aspects of the parasitoid *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera, Braconidae) reared on eggs of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Zool. 12(4): 779–784. https://doi.org/10.1590/S0101-81751995000400007.

Roque-Romero, L., J. Cisneros, J.C. Rojas, F.R. Ortiz-Carreon and E.A. Malo. 2020. Attraction of *Chelonus insularis* to host and host habitat volatiles during the search of *Spodoptera frugiperda* eggs. Biol. Control. 140: 104100. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104100.

Ruiz-Najera, R.E., J. Molina-Ochoa, J.E. Carpenter, J.A. Espinosa-Moreno, J.A. Ruíz-Nájera, R. Lezama-Gutiérrez and J.E. Foster. 2007. Survey for hymenopteran and dipteran parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Chiapas, Mexico. J. Agric. Urban Entomol. 24(1): 35–42. https://doi.org/10.3954/1523-5475-24.1.35.

Samkova, A., J. Hadrava, J. Skuhrovec and P. Jansta. 2019. Host population density and presence of predators as key factors influencing the number of gregarious parasitoid *Anaphes flavipes* offspring. Sci. Rep. 9: 6081. https://doi.org/10.1038/s41598-019-42503-4.

Sielezniew, M., A. Kostro-Ambroziak and A. Korosi. 2020. Sexual differences in age-dependent survival and life span of adults in a natural butterfly population. Sci. Rep. 10(1): 10394. https://doi.org/10.1038/s41598-020-66922-w.

Tafere, D.A. 2021. Chemical composition and uses of honey: a review. J. Food Sci. Nutr. Res. 4(3): 194–201. http://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000072.

Togola, A., S. Meseka, A. Menkir, B. Badu-Apraku, O. Boukar, M. Tamò and R. Djouaka. 2018. Measurement of pesticide residues from chemical control of the invasive *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in a maize experimental field in Mokwa, Nigeria. Int. J. Environ. Res. Public Health. 15(5): 849. https://doi.org/10.3390/ijerph15050849.

Wang, X., E.M. Aparicio, J.J. Duan, J. Gould and K.A. Hoelmer. 2020. Optimizing parasitoid and host densities for efficient rearing of *Ontsira mellipes* (Hymenoptera: Braconidae) on Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae). Environ. Entomol. 49(5): 1041–1048. https://doi.org/10.1093/ee/nvaa086.

Wang, Z., Y. Liu, M. Shi, J. Huang and X. Chen. 2019. Parasitoid wasps as effective biological control agents. J. Integr. Agric. 18(4): 705–715. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62078-7.

Yesuf, N.S. 2016. Host Seeking Behaviors of Insect Parasitoids and Their Importance in Insect Pest Management. Hawassa University, Hawassa, Ethiopia.