

การเบียนตามธรรมชาติของแตนเบียนไข่และชีววิทยาของ *Telenomus remus* Nixon
(Hymenoptera: Scelionidae) ในหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)
Natural Parasitism of Egg Parasitoid and Biology of *Telenomus remus*
Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on Fall Armyworm,
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

แสงแข น้าวานิช^{1,*} นันทน์พิน จันดีสุด¹ อำไพ พรหมนเรศ¹ และ โสภณ อุไรชื่น²
Saengkhae Nawanich^{1,*}, Nannapin Junta-ud¹, Amphai Promnaret¹ and Sopon Uraichuen²

¹ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

² Department of Entomology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

รับเรื่อง: 11 กรกฎาคม 2565 Received: 11 July 2022

ปรับแก้ไข: 9 กันยายน 2565 Revised: 9 September 2022

รับตีพิมพ์: 17 กันยายน 2565 Accepted: 17 September 2022

* Corresponding author: ijssan@ku.ac.th

ABSTRACT: Fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) is an invasive insect pest that has become the major insect pest of corn in Thailand. The study of diversity and relation among natural enemies and insect pests is the key fundamental basis of biological control to implement for integrated pest management. Natural enemies, such as egg parasitoid, play an important role in the control of FAW. This study aimed to survey the natural occurrence of egg parasitism and determine the efficiency of egg parasitoids in FAW and the biology of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. The experiment was conducted at National Corn and Sorghum Research Center, Pakchong, Nakhon Ratchasima province during May 2020 to October 2021. The amount of 264 egg masses of FAW were randomly samplings for four consecutive days. The result revealed that there were at least two egg parasitoids; *T. remus* and *Trichogramma* sp. were found in periodic field surveys and played an essential role in the controlling of FAW. The incidence of parasitism by *T. remus* and *Trichogramma* sp. showed effective parasitism at 45.70 ± 2.77 and $10.20 \pm 1.58\%$, respectively. Biological study of *T. remus* indicated the development period of the egg parasitoid from egg to adult was 12.48 ± 0.14 days. Individual female gave 146.35 ± 14.45 of F_1 progeny with a male to female parasitoid ratio of 1:2.74. The longevity of male and female parents was

7.57 ± 0.53 and 9.26 ± 0.38 days, respectively. The result of this study revealed that *T. remus* had an increased chance of developing as a biological agent to control this devastating agricultural pest.

Keywords: Biological control, corn, fall armyworm, natural enemies

Agricultural Sci. J. (2022) Vol. 53(3): 242–255

ว. วิทยา. กษ. (2565) 53(3): 242–255

บทคัดย่อ

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (Fall armyworm, FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) เป็นแมลงต่างถิ่นที่ระบาดเข้ามาในประเทศไทยและกลายเป็นแมลงศัตรูข้าวโพดที่สำคัญในปัจจุบัน การศึกษาความหลากหลายและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแมลงศัตรูธรรมชาติและแมลงศัตรูพืชเป็นพื้นฐานของการควบคุมโดยชีววิธีที่สามารถนำมาใช้เพื่อการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานโดยแมลงศัตรูธรรมชาติ เช่น แตนเบียนไข่ มีบทบาทสำคัญในการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจแตนเบียนไข่ในธรรมชาติของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ประเมินประสิทธิภาพการเบียนไข่ตามธรรมชาติ และศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2564 โดยเก็บกลุ่มไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดจากแปลงปลูกข้าวโพดเป็นเวลา 4 วันติดต่อกัน จำนวน 264 กลุ่ม จากผลการศึกษาพบแตนเบียนไข่จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *T. remus* และ *Trichogramma* sp. ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *T. remus* และ *Trichogramma* sp. มีประสิทธิภาพในการเบียนไข่

ตามธรรมชาติเฉลี่ย 45.70 ± 2.77 และ 10.20 ± 1.58% ตามลำดับ การศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *T. remus* ในห้องปฏิบัติการ พบว่า วงชีวิตจากไข่เป็นตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 12.48 ± 0.14 วัน เพศเมียสามารถวางไข่และให้ลูก F₁ เฉลี่ย 146.35 ± 14.45 ตัว โดยมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:2.74 ตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์มีอายุขัยเฉลี่ย 7.57 ± 0.53 และ 9.26 ± 0.38 วัน ตามลำดับ ผลจากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า แตนเบียนไข่ *T. remus* เป็นศัตรูธรรมชาติที่มีโอกาสสูงในการพัฒนาเป็นชีววินทรีย์ (Bio-agent) เพื่อควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญชนิดนี้ได้

คำสำคัญ: การควบคุมโดยชีววิธี, ข้าวโพด, หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด, แมลงศัตรูธรรมชาติ

บทนำ

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (Fall armyworm, FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ปัจจุบันเป็นแมลงศัตรูข้าวโพดที่สำคัญในประเทศไทย พบการระบาดของแมลงชนิดนี้ครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปลายปี พ.ศ. 2561 (International Plant Protection Convention, 2018) หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเป็นแมลงศัตรูต่างถิ่นรุกราน และสร้างความเสียหายรุนแรงแก่พืชเศรษฐกิจเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะข้าวโพด (*Zea*

mays L.) โดยมีพืชอาหารอื่น ๆ อีกมากกว่า 80 ชนิด เช่น ข้าวฟ่าง อ้อย พืชผัก และฝ้าย เป็นต้น (Rwomushana, 2019) หนอนเข้าทำลายข้าวโพดได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะต้นอ่อน หนอนขนาดเล็กกัดกินใบเหลือเพียงเยื่อใบโปร่งแสงและทำลายที่กรวยยอดของข้าวโพด หนอนขนาดใหญ่กัดกินบริเวณโคนต้น ไหม และช่อเกสรตัวผู้ ข้าวโพดที่เจริญเติบโตเต็มที่หนอนเข้าทำลายบริเวณฝักทำให้การติดเมล็ดไม่สมบูรณ์ และฝักข้าวโพดผิดรูปเสียหาย (Rwomushana, 2019) แมลงชนิดนี้รบกวนและสร้างความเสียหายถึงระดับเศรษฐกิจในข้าวโพดเป็นประจำ (Varella *et al.*, 2015) การใช้สารเคมีในการจัดการหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดจึงมีความจำเป็นและหลีกเลี่ยงได้ยาก (Koffi *et al.*, 2020; Ahissou *et al.*, 2021) แต่แมลงสามารถสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate (Young and McMillan, 1979; Carvalho *et al.*, 2018) กลุ่ม pyrethroids และ organophosphates มากถึง 92 ชนิด (Carvalho *et al.*, 2013; Agrofitt, 2018) ทั้งนี้ มีรายงานการสร้าง ความต้านทานของแมลงชนิดนี้ต่อ chlorantraniliprole และ emamectin benzoate ในระดับต่ำเช่นกัน (Zhang *et al.*, 2021) การควบคุมโดยชีววิธีจึงเป็นทางเลือกอีกวิธีหนึ่งในการจัดการแมลงศัตรูพืชชนิดนี้ในระยะยาว (Koffi *et al.*, 2020) การศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยา ชีววิทยาของแมลงศัตรูธรรมชาติ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องจึงมีความสำคัญ (Miller, 1983) มีรายงานการสำรวจแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในประเทศสหรัฐอเมริกา (Ashley, 1979; Meagher Jr *et al.*, 2016) เม็กซิโก (Molina-Ochoa *et al.*, 2003) แอฟริกา (Sisay *et al.*, 2018) อียิปต์ (Youssef, 2021) กานา (Issa *et al.*, 2021) และไนจีเรีย (Ogunfunmilayo *et al.*, 2021) เพื่อใช้เป็นข้อมูลและศึกษาการใช้ประโยชน์จากแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในโปรแกรมการป้องกันกำจัดแบบผสมผสาน การใช้แมลงศัตรูธรรมชาติ

กลุ่มแตนเบียนไข่ *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในต่างประเทศได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวาง (Cave, 2000) การเลี้ยงเพิ่มปริมาณเพื่อปลดปล่อยแตนเบียน *T. remus* ให้แพร่ขยายเพิ่มพูนสามารถควบคุมไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้มากกว่า 80% (Figueiredo *et al.*, 2002) การควบคุมแมลงศัตรูพืชต่างถิ่นที่มีการระบาดเข้าไปสู่ประเทศต่าง ๆ วิธีหนึ่งที่ใช้ได้ผลดีคือการควบคุมโดยชีววิธีแบบคลาสสิก (Classical biological control) โดยการนำแมลงศัตรูธรรมชาติจากถิ่นเดิมของแมลงศัตรูพืชชนิดนั้น มาใช้ในการควบคุมและประสบความสำเร็จมาแล้ว (Greathead, 1995) กรณีที่มีแมลงศัตรูธรรมชาติในท้องถิ่นอยู่แล้ว และมีการเข้าทำลายและควบคุมแมลงศัตรูพืชตามธรรมชาติมากเพียงพอ จึงเป็นโอกาสดีที่จะศึกษาแมลงศัตรูธรรมชาติในท้องถิ่นเพื่อนำมาควบคุมแมลงศัตรูพืช ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจแตนเบียนไข่ในธรรมชาติของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ประเมินประสิทธิภาพการเบียนไข่ตามธรรมชาติ และศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *T. remus* เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดโดยชีววิธี และวางแผนในการจัดการหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจและเก็บตัวอย่าง

สำรวจแมลงศัตรูธรรมชาติกลุ่มแตนเบียนไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด โดยดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอบางเขน จังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ที่ละติจูด 14.6422°N และลองจิจูด 101.3152°E ระดับความสูง 388 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 สภาพภูมิอากาศตามอุณหภูมิตามในพื้นที่อำเภอบางเขนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.10 ± 0.21 องศาเซลเซียส (พีสัย 21.60–

36.10 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $74.00 \pm 1.16\%$ (พิสัย 54–90%) และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 4.60 ± 1.70 มิลลิเมตร (พิสัย 0–39 มิลลิเมตร) โดยสุ่มเก็บกลุ่มไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดจากข้าวโพดในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative stage) แปลงปลูกขนาด 16.5×100 เมตร ที่ไม่ใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืช เก็บตัวอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 วัน โดยตัดใบข้าวโพดที่มีกลุ่มไข่ติดอยู่ใส่ถ้วยพลาสติกทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ความสูง 3 เซนติเมตร บริเวณฝาเจาะรูเพื่อให้อากาศไหลเวียน ใส่กลุ่มไข่จำนวน 1 กลุ่มต่อถ้วย นำกลุ่มไข่ที่เก็บได้มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $75 \pm 5\%$ ช่วงแสงสว่างและมืด 12:12 ชั่วโมง เปลี่ยนภาชนะใส่กลุ่มไข่ใหม่เป็นหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ปริมาตร 28 มิลลิลิตร จำนวน 1 กลุ่มต่อหลอด ปิดปากหลอดด้วยสำลีที่ห่อด้วยกระดาษชำระป้องกันหนอนและตัวเต็มวัยแตนเบียนออกจากหลอด สังเกตและเก็บข้อมูล บันทึกผลทุกวันจนกระทั่งแตนเบียนและหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดฟักออกจากไข่ที่อาศัยอยู่ ให้น้ำผึ้งความเข้มข้น 10% เป็นอาหารตัวเต็มวัยแตนเบียนและใบข้าวโพดที่ทำความสะอาดแล้วโดยประยุกต์ตามวิธีของ Asi *et al.* (2013) เป็นอาหารหนอน บันทึกจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและแตนเบียนไข่ที่ฟักออกจากไข่ คำนวณเปอร์เซ็นต์การเบียนของแตนเบียนไข่แต่ละชนิด วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์จำนวน 2 ชุดข้อมูล ได้แก่ กลุ่มไข่ที่ถูกเบียนและกลุ่มไข่ปกติ และกลุ่มไข่ที่ถูกเบียนด้วยแตนเบียน *T. remus* และ *Trichogramma* sp. ด้วย paired t-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows และจัดเก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ส่วนหนึ่งเพื่อจำแนกชนิดตามคู่มือและวิธีการของ Masner (1993), Cave (2000) และ Liao *et al.* (2019) ภายใต้กล้อง stereomicroscope อีกส่วนหนึ่งนำไปเลี้ยงขยายเพื่อศึกษาชีววิทยาของแตนเบียนไข่

ชีววิทยาแตนเบียนไข่ *Telenomus remus* (Nixon) การเลี้ยงขยายแมลงอาศัยและแตนเบียนไข่ *T. remus*

นำแตนเบียนไข่ *T. remus* ที่ได้จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างมาเลี้ยงขยายในห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่อุณหภูมิ 26 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $85 \pm 5\%$ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 โดยใช้ไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเป็นแมลงอาศัย เก็บหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดจากแปลงข้าวโพด นำมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณ ให้ใบข้าวโพดที่ทำความสะอาดแล้วโดยประยุกต์ตามวิธีของ Asi *et al.* (2013) และให้อาหารเทียม (Artificial diet) ที่ประยุกต์ตามวิธีของ Mihm (1982; 1983) เป็นอาหารเลี้ยงหนอน เมื่อหนอนเข้าดักแด้และเจริญเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัย ให้ผีเสื้อเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ววางไข่ที่ใบข้าวโพด ตัดใบข้าวโพดที่มีกลุ่มไข่อายุไม่เกิน 1 วัน เป็นชิ้นเล็ก ๆ ติดบนกระดาษแข็ง ใส่ในกล่องพลาสติกสีเหลี่ยมขนาด $18 \times 25 \times 9.5$ เซนติเมตร ใส่ผ้าฝ้ายความเข้มข้น 10% เพื่อเป็นอาหารตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ และปล่อยตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. remus* อายุไม่เกิน 2 วัน ลงในกล่องเพื่อให้ผสมพันธุ์และวางไข่เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำกลุ่มไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่ถูกเบียนแล้วแยกใส่หลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.80 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 1 กลุ่มต่อหลอด ปิดปากหลอดด้วยสำลีที่ห่อด้วยกระดาษชำระ เมื่อแตนเบียนฟักออกจากไข่ แตนเบียนส่วนหนึ่งนำไปเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วยไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและอีกส่วนหนึ่งนำไปใช้ในการศึกษาชีววิทยาต่อไป

ชีววิทยาแตนเบียนไข่ *T. remus*

นำตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. remus* เพศผู้ 1–2 ตัว และเพศเมีย 1 ตัว ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการมาเลี้ยงรวมกันในหลอดทดลองขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.80 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ใส่น้ำผึ้งความเข้มข้น 10% เพื่อเป็นอาหาร ตัวเต็มวัย ใส่กลุ่มไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอายุไม่เกิน 1 วัน จำนวน 1 กลุ่ม เพื่อให้แตนเบียนวางไข่ เปลี่ยนกลุ่มไข่กลุ่มใหม่ให้แตนเบียนทุกวัน จนกระทั่งแตนเบียนตัวเต็มวัยตาย สังเกตกลุ่มไข่ที่แตนเบียนวางไข่แล้ว บันทึกพัฒนาการและการเจริญเติบโต วันที่แตนเบียนฟักออกจากไข่ของผีเสื้อ วันที่แตนเบียนตาย จำนวนแตนเบียนเพศผู้และเพศเมีย โดยมี approved number: เลขผู้ขอใบอนุญาต คือ U1 03636 2559

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลสำรวจและเก็บตัวอย่าง

จากการสำรวจและเก็บกลุ่มไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด เมื่อแตนเบียนฟักเป็นตัวเต็มวัย สังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อจำแนกชนิด

ของแตนเบียน พบแตนเบียนไข่จำนวน 2 สกุล คือ *Telenomus* และ *Trichogramma* โดยสกุล *Telenomus* จำแนกถึงระดับชนิด พบว่าเป็นแตนเบียน *Telenomus remus* Nixon วงศ์ Scelionidae อันดับ Hymenoptera สำหรับสกุล *Trichogramma* เป็นแตนเบียน *Trichogramma* sp. วงศ์ Trichogrammatidae อันดับ Hymenoptera (Figure 1) โดยตัวเต็มวัยของแตนเบียน *T. remus* (Figure 2) มีลำตัวสีดำเป็นเงา มีลำตัวขนาด 0.50–0.60 มิลลิเมตร ขาคู่ที่ 3 และ 4 สำหรับเพศเมียเป็นสีดำและเพศผู้เป็นสีน้ำตาล ปลายหนวด 4 ปล้องสุดท้ายสำหรับเพศเมียมีขนาดใหญ่คล้ายกระบองแตกต่างจากเพศผู้ที่มีปล้องหนวดขนาดใกล้เคียงกันตลอดทั้งเส้น ปีกคู่หน้ามีความยาวประมาณ 3 เท่าของความกว้างปีก ปีกคู่หน้ามี stigma vein และ post-marginal vein สอดคล้องกับ Masner (1993), Cave (2000) และ Liao *et al.* (2019)

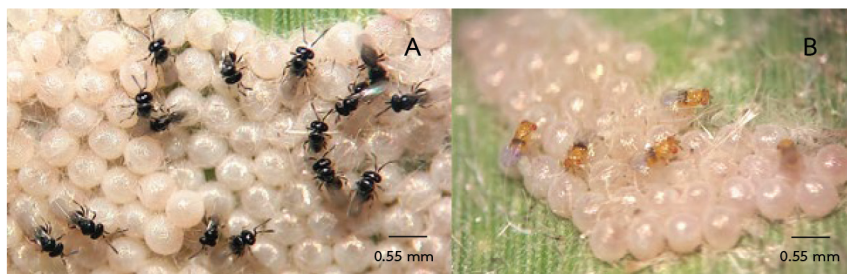


Figure 1 Egg parasitoids on egg cluster of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*: (A) *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) and (B) *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)



Figure 2 Adult of *Telenomus remus* Nixon: (A) female with dark femora, tibiae and antennae has four-segmented club, (B) male with pale brown femora, tibiae and antennae no detected club and (C) fore-wing is slightly more than 3 times longer than wide and margins are sub parallel (Masner, 1993; Cave, 2000)

ไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่เก็บได้จากแปลงข้าวโพดที่ไม่ได้รับการพ่นสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช จำนวนทั้งหมด 264 กลุ่ม มีเปอร์เซ็นต์การเบียนไข่ในแต่ละกลุ่มเฉลี่ย $55.90 \pm 2.88\%$ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มไข่ปกติที่ไม่ถูกเบียน ($44.10 \pm 2.88\%$) (Table 1) เมื่อพิจารณาเฉพาะไข่ของผีเสื้อที่ถูกเบียน (Table 2) พบว่า แตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. เบียนไข่ได้เฉลี่ย $10.20 \pm 1.58\%$ ในขณะที่ *T. remus* สามารถ

เบียนไข่ได้มากกว่าเฉลี่ย $45.70 \pm 2.77\%$ ($P < 0.01$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากจำนวนประชากรไข่ของผีเสื้อที่สำรวจและเก็บได้มีจำนวนทั้งสิ้น 14,657 ฟอง พบแตนเบียนไข่จำนวน 6,209 ตัว เป็นแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. จำนวน 1,197 ตัว คิดเป็น 19.28% และ *T. remus* จำนวน 5,012 ตัว คิดเป็น 80.72% โดยอัตราส่วนของแตนเบียน *Trichogramma* sp. ต่อแตนเบียน *T. remus* มีค่าเท่ากับ 1:4.19

Table 1 Average percentage of parasitism on egg cluster of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*

Parasitism	Mean $\pm$ Standard error (%)
Parasitism	55.90 ± 2.88^a
No parasitism	44.10 ± 2.88^b
P-value	0.041

^{a,b} Means within the same column with different superscript letters differ significantly at $P < 0.05$

Table 2 Average percentage of egg parasitoids on egg cluster of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*

Parasitoid species	Mean $\pm$ Standard error (%)
<i>T. remus</i>	45.70 ± 2.77^a
<i>Trichogramma</i> sp.	10.20 ± 1.58^b
P-value	0.001

^{a,b} Means within the same column with different superscript letters differ significantly at $P < 0.01$

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า แตนเบียน *T. remus* สามารถเบียนไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้ดีกว่าแตนเบียน *Trichogramma* sp. ยิ่งไปกว่านั้น สังเกตพบว่าแตนเบียนที่ฟักออกจากไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดนั้น บางกลุ่มพบแตนเบียนไข่เพียงชนิดเดียว และไข่บางกลุ่มพบแตนเบียนทั้ง 2 ชนิด เพื่อพิจารณาพฤติกรรมและความสามารถในการแข่งขันของแตนเบียนทั้ง 2 ชนิด จึงได้จำแนกลักษณะการเบียนกลุ่มไข่ที่พบออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ (1) กลุ่มไข่ที่ไม่ถูกเบียน (2) กลุ่มไข่เบียนจากแตนเบียน *T. remus* เพียงชนิดเดียว (3) กลุ่มไข่เบียนจากแตนเบียน *Trichogramma* sp. เพียงชนิดเดียว (4) กลุ่มไข่เบียนจากแตนเบียน *T. remus* ร่วมกับ

Trichogramma sp. และ (5) กลุ่มไข่เบียนจากแตนเบียน *T. remus* ร่วมกับ *Trichogramma* sp. และไข่บางส่วนไม่ถูกเบียน พบว่า มีจำนวนกลุ่มไข่ตามการจำแนกประเภทเท่ากับ 90, 112, 16, 36 และ 10 กลุ่ม ตามลำดับ คิดเป็น 34.09, 42.42, 6.06, 13.64 และ 3.79% ตามลำดับ (Figure 3) เมื่อศึกษารายละเอียดของการเบียนไข่กลุ่มเดียวกันของแตนทั้ง 2 ชนิด รวมจำนวน 46 กลุ่ม พบว่า แตนเบียน *T. remus* สามารถเบียนไข่ได้สูงถึง 61.35% ในขณะที่ แตนเบียน *Trichogramma* sp. เบียนไข่ได้เพียง 32.62% (Figure 4) จากข้อมูลดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่า แตนเบียน *T. remus* มีประสิทธิภาพในการเบียนไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้ดีกว่าแตนเบียน *Trichogramma* sp.

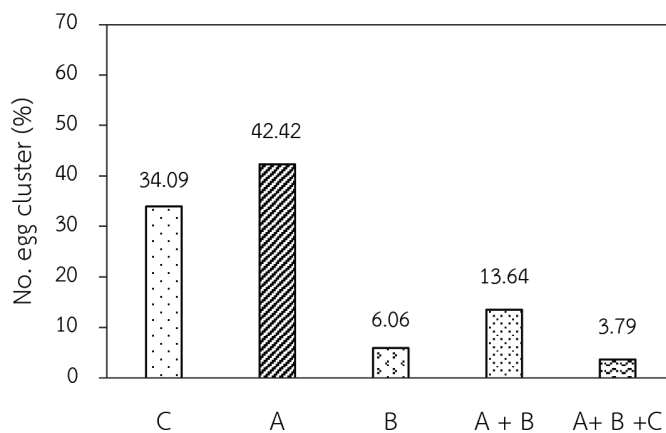


Figure 3 Percentage number of egg cluster of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* parasitism by different characteristics of parasitoids.

A = *T. remus*, B = *Trichogramma* sp., C = no parasitism, A + B = *T. remus* + *Trichogramma* sp., A + B + C = *T. remus* + *Trichogramma* sp. + no parasitism.

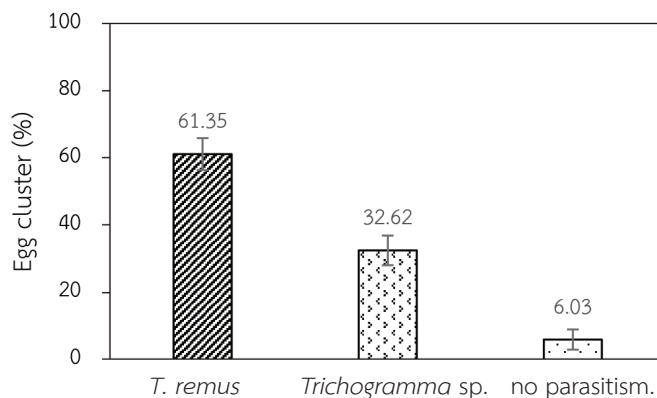


Figure 4 Average percentage by 3 characteristics of parasitism on each egg cluster

ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาว่า แตนเบียน *T. remus* มีแมลงอาศัยอยู่ในวงศ์ Noctuidae จำนวน 27 ชนิด ซึ่งเป็นกลุ่มแมลงอาศัยกลุ่มใหญ่ที่สุดของ *T. remus* วงศ์ Pyralidae จำนวน 2 ชนิด และวงศ์ Arctiidae จำนวน 1 ชนิด (Cave, 2000) โดยปกติผีเสื้อกลางคืนวงศ์ Noctuidae สกุล *Spodoptera* กลุ่มหนอนกระทู้ผีเสื้อตัวเต็มวัยที่เป็นผีเสื้อเพศเมียมีกวางไข่มิมีลักษณะเป็นกลุ่ม การจัดวางไข่มักเรียงเป็นชั้น ๆ ซ้อนกัน กลุ่มไข่มักปกคลุมด้วยขนที่อยู่บนตัวผีเสื้อเพศเมียสลัดปกคลุมไข่มิไว้ ลักษณะดังกล่าวนี้เป็นอุปสรรคสำคัญในการวางไข่ของแตนเบียน *Trichogramma* sp. ซึ่งมีลำตัวขนาดเล็กและบอบบางมาก จึงวางไข่ได้เพียงบริเวณด้านบนและโดยรอบกลุ่มไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้เท่านั้น แตกต่างจากแตนเบียน *T. remus* ที่มีขนาดลำตัวใหญ่กว่าและมีความแข็งแรงมากกว่า จึงสามารถเจาะผ่านและแทรกตัวเข้าไปทั่วบริเวณกลุ่มไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้และเบียนไข่ผีเสื้อได้ดีกว่า (Cave, 2000; Dong *et al.*, 2021) นอกจากนี้ แตนเบียน *T. remus* ถูกสำรวจพบว่ามีประสิทธิภาพการเบียนไข่ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงข้าวโพดได้ 30% และเบียนได้ 50% ต่อกลุ่มไข่ (Liao *et al.*, 2019) มีรายงานอีกว่ากลุ่มไข่ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่ถูกเบียนด้วยแตนเบียน *T. remus* และแตนเบียน *Trichogramma* sp. ร่วมกันทั้ง 2 ชนิด

นั้น แตนเบียน *T. remus* มีประสิทธิภาพการเบียนที่สูงกว่า (Carneiro and Fernandes, 2012) แตนเบียนไข่ทั้ง 2 ชนิดนี้ ยังสามารถเบียนไข่ของหนอนกระทู้ได้ดีในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากผีเสื้อวางไข่แล้ว โดยแตนเบียน *T. remus* เบียนไข่ได้ 80% ใช้เวลา 7 วัน ในขณะที่แตนเบียน *Trichogramma* sp. ใช้เวลาเพียง 3 วัน อย่างไรก็ตาม แตนเบียน *T. remus* มีอายุขัยที่ยาวนานกว่า ให้จำนวนตัวเต็มวัยแตนเบียนที่ฟักออกจากไข่ผีเสื้อและมีอัตราส่วนของเพศเมียที่มากกว่า (Pinto and Fernandes, 2020) แตนเบียนไข่ *T. remus* จึงเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง และมีการศึกษาพัฒนาการใช้ประโยชน์ในการเป็น bio-agent เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและหนอนผีเสื้อชนิดอื่นในสกุล *Spodoptera* ในทวีปอเมริกาเป็นเวลาหลายปีมาแล้ว (Colmenarez *et al.*, 2022)

ชีววิทยาของแตนเบียน *T. remus*

ผลการศึกษาวงชีวิตของแตนเบียน *T. remus* ที่เลี้ยงด้วยไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดพบว่า แตนเบียน *T. remus* สามารถเจริญเติบโตครบวงจรชีวิตได้ มีพัฒนาการของระยะไข่ ตัวอ่อน และดักแด้จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย (Figure 5) โดยระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยมีอายุเฉลี่ย 12.48 ± 0.14 วัน (พิสัย 12–14

วัน) ตัวเต็มวัยแตนเบียนเพศผู้และเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์มีอายุขัยเฉลี่ย 7.57 ± 0.53 วัน (พิสัย 2–14 วัน) และ 9.26 ± 0.38 วัน (พิสัย 8–14 วัน) ตามลำดับ สำหรับตัวเต็มวัยแตนเบียนเพศผู้และเพศเมียบริสุทธิ์มีอายุขัยที่มากกว่าเฉลี่ย 27.76 ± 0.49 วัน (พิสัย 26–33 วัน) และ 34.84 ± 0.73 วัน (พิสัย 31–44 วัน) ตามลำดับ (Table 3) จำนวนลูก F_1 ที่ได้เฉลี่ย 146.35 ± 14.45 ตัว (พิสัย 76–297 ตัว) เพศผู้เฉลี่ย $39.00 \pm$

5.75 ตัว (พิสัย 10–95 ตัว) เพศเมียเฉลี่ย 107.26 ± 9.16 ตัว (พิสัย 55–202 ตัว) มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:2.74 (Table 4) โดยตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถวางไข่ได้ในวันแรกหลังจากได้รับการผสมพันธุ์เฉลี่ย 66.91 ± 8.16 ตัว (Figure 6) และวางไข่ได้ลดลงเป็นลำดับถึงวันที่ 5 เฉลี่ย 41.35 ± 8.91 , 14.70 ± 3.79 , 13.04 ± 4.07 และ 9.96 ± 4.71 ตัวตามลำดับ

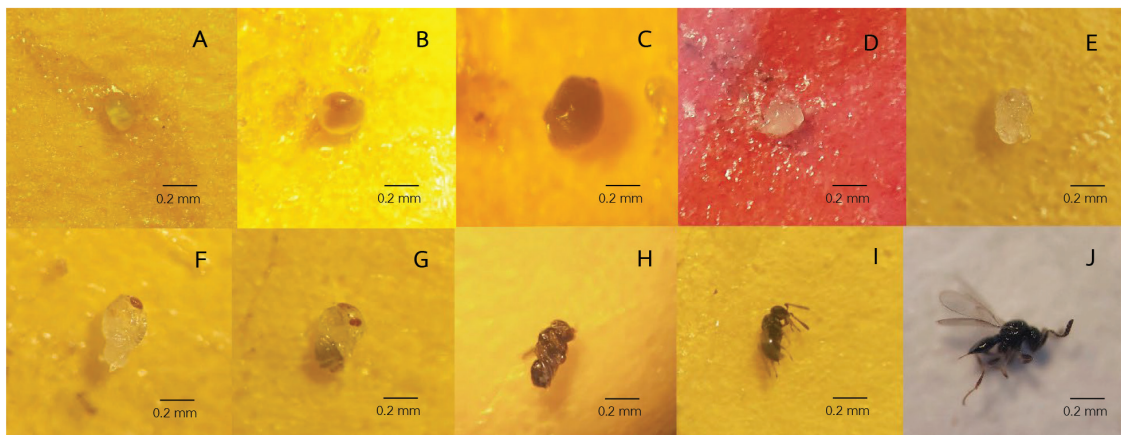


Figure 5 Development of *Telenomus remus*: (A) within 2 days, (B–I) 3–10 days, (J) adult stage at 12 days

Table 3 Life cycle and developmental time of *T. remus* reared on egg of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* under laboratory condition ($26 \pm 2^\circ\text{C}$ and $85 \pm 5\% \text{RH}$)

Stage of development	Developmental time (day)		
	N	Mean $\pm$ Standard error	Range
Egg-adult period	23	12.48 ± 0.14	12–14
Parental adult			
Male	28	7.57 ± 0.53	2–14
Female	23	9.26 ± 0.38	8–14
Virgin adult			
Male	25	27.76 ± 0.49	26–33
Female	25	34.84 ± 0.73	31–44

Table 4 Fecundity of *T. remus* reared on egg of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* under laboratory condition ($26 \pm 2^\circ\text{C}$ and $85 \pm 5\%\text{RH}$)

Progeny F_1	Number of F_1	
	Mean $\pm$ Standard error	Range
Male	39.00 ± 5.75	10–95
Female	107.26 ± 9.16	55–202
Total F_1	146.35 ± 14.45	76–297
Sex ratio male: female	1:2.74	

แตนเบียน *T. remus* สามารถเจริญเติบโตครบวงจรชีวิตในห้องปฏิบัติการได้ด้วยไข่ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและหนอนกระทู้ผัก โดยมีวงชีวิตเฉลี่ย 10 วัน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส (Chen *et al.*, 2021) อุณหภูมิมีผลต่อวงจรชีวิตและทุกระยะการเจริญเติบโตของแตนเบียน *T. remus* กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น วงชีวิตของแตนเบียนดังกล่าวจะสั้นลง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะไข่ หนอน และดักแด้เท่ากับ 10 ชั่วโมง 4 วัน และ 4.60 วัน ตามลำดับ วงชีวิตสั้นลงเพียง 7 วัน เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 34 องศาเซลเซียส และวงชีวิตเท่ากับ 13.70 วัน ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส (Cave, 2000) อาจเป็นเพราะอุณหภูมิมีผลต่อเมแทบอลิซึมของแมลง ชีววิทยาของแตนเบียนไข่ *T. remus* มีรายงานว่า ตัวเต็มวัยในวันแรกของแตน

เบียน *T. remus* มีประสิทธิภาพการเบียนไข่ของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและหนอนกระทู้ผักได้สูงที่สุด (Pennaflor *et al.*, 2012; Chen *et al.*, 2021) ตัวเต็มวัยเพศผู้ที่มีอายุ 10.07 วัน ขณะที่ เพศเมียมีอายุ 10.29 วัน เพศเมียสามารถขยายพันธุ์และวางไข่ได้ 75 ฟอง มีอัตราส่วนเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 1:2.16 (Oktaviani *et al.*, 2021) ไกล่เคียงกับผลการทดลองการมีลูกเพศเมียจำนวนมากมีผลดีต่อประสิทธิภาพการเบียนไข่ของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด เพิ่มโอกาสการทำลายไข่ของแมลงศัตรูพืช และช่วยลดประชากรแมลงศัตรูพืชให้น้อยลง ไม่เฉพาะเจาะจงกับหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเท่านั้น แตนเบียน *T. remus* มีแมลงอาศัยอยู่ในวงศ์ Noctuidae จำนวนมากถึง 27 ชนิด โดยเฉพาะหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) เป็นต้น

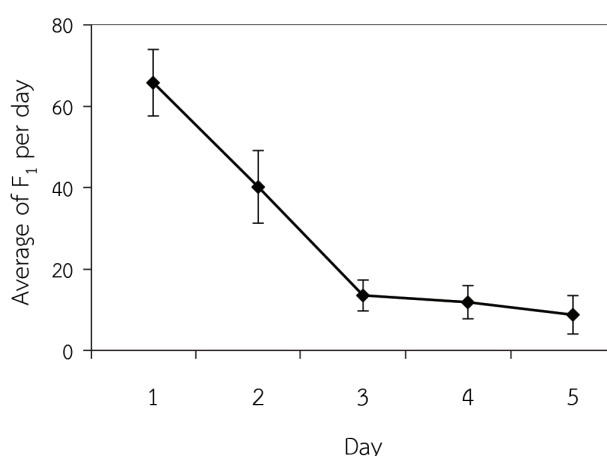


Figure 6 Fecundity curve of *T. remus* reared on egg of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* under laboratory condition ($26 \pm 2^\circ\text{C}$ and $85 \pm 5\%\text{RH}$)

การควบคุมแมลงศัตรูพืชต่างถิ่นรุกรานที่มีการระบาดเข้าไปสู่ต่างประเทศด้วยการนำแมลงศัตรูธรรมชาติจากถิ่นเดิมของแมลงศัตรูพืชนั้นมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชดังกล่าว เช่น แมลงดำหนามมะพร้าว *Brontispa longissima* Gestro ที่พบการระบาดทำความเสียหายให้แก่มะพร้าวในประเทศไทย เป็นแมลงท้องถิ่นในประเทศอินโดนีเซียและปาปัวนิวกินีพบว่า ศัตรูธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศไทยยังมีปริมาณและประสิทธิภาพในการทำลายและควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าวไม่มากพอ จึงมีการนำเข้าแตนเบียนแมลงดำหนามมะพร้าว *Asecodes hispinarum* Boucek จากต่างประเทศมาใช้ควบคุม พบว่ามีความปลอดภัย สามารถนำมาใช้ควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าวได้ (Plant Protection and Research Development Office, 2017) สำหรับการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า แตนเบียน *T. remus* เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติในท้องถิ่นที่มีปริมาณและประสิทธิภาพการเบียนค่อนข้างสูงในพื้นที่ปลูกข้าวโพดที่มีการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดหลายจุดค่อนข้างรุนแรง จึงมีแนวโน้มว่าแตนเบียนไข่ *T. remus* มีโอกาสที่จะสามารถพัฒนาเป็นชีววินทรีย์ (Bio-agent) เพื่อควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญชนิดนี้ได้ ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติม

และพัฒนาการเลี้ยงเพิ่มปริมาณเพื่อปลดปล่อยในแหล่งที่มีการระบาดของศัตรูพืชต่อไป

สรุป

แตนเบียนไข่ *T. remus* เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบอยู่ในท้องถิ่น มีปริมาณและประสิทธิภาพการเบียนไข่ได้ค่อนข้างสูงในพื้นที่ปลูกข้าวโพดที่มีการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดหลายจุด และมีโอกาสที่จะพัฒนาเป็นชีววินทรีย์เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดหลายจุดได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงรายละเอียดสำคัญ วิธีการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณ และการปลดปล่อยแตนเบียนไข่เพื่อใช้ควบคุมการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดหลายจุดในแหล่งปลูกข้าวโพด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันอุตุนิยมวิทยาปากช่อง กรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับการสนับสนุนข้อมูลประกอบการวิจัย และงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- Agrofit. 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Available Source: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons, October 29, 2021.
- Ahissou, B.R., W.M. Sawadogo, S. Bonzi, H. Baimey, I. Somda, A.H. Bokonon-Ganta and F.J. Verheggen. 2021. Natural enemies of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in Burkina Faso. *Tropicultura* 39(3): 1881.
- Ashley, T.R. 1979. Classification and distribution of fall armyworm parasites. *Fla Entomol.* 62(2): 114–123.
- Asi, M.R., M.H. Bashir, M. Afzal, K. Zia and M. Akram. 2013. Potential of entomopathogenic fungi for biocontrol of *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Anim. Plant Sci.* 23(3): 913–918.

- Carneiro, T.R. and O.A. Fernandes. 2012. Interspecific interaction between *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. An. Acad. Bras. Cienc. 84(4): 1127–1135.
- Carvalho, I.F., L.L. Erdmann, L.L. Machado, A.P.S.A. Rosa, M.J. Zotti and C.G. Neitzke. 2018. Metabolic resistance in the fall armyworm: an overview. J. Agric. Sci. 10(12): 426–436.
- Carvalho, R.A., C. Omoto, L.M. Field, M.S. Williamson and C. Bass. 2013. Investigating the molecular mechanisms of organophosphate and pyrethroid resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. PLoS ONE 8(4): e62268.
- Cave, R.D. 2000. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. Biocontrol News and Information. 21(1): 21N–26N.
- Chen, W., Y. Li, M. Wang, J. Mao and L. Zhang. 2021. Evaluating the potential of using *Spodoptera litura* eggs for mass-rearing *Telenomus remus*, a promising egg parasitoid of *Spodoptera frugiperda*. Insects. 12(5): 384.
- Colmenarez, Y.C., D. Babendreier, F.R.F. Wurst, C.L. Vásquez-Freytez and A.F. Bueno. 2022. The use of *Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) in the management of *Spodoptera* spp.: potential, challenges and major benefits. CABI Agric. Biosci. 3: 5.
- Dong, H., K.H. Zhu, Q. Zhao, X.P. Bai, J.C. Zhou and L.S. Zhang. 2021. Morphological defense of the egg mass of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) affects parasitic capacity and alters behaviors of egg parasitoid wasps. J. Asia-Pac. Entomol. 24(3): 671–678.
- Figueiredo, M.L.C., T.M.C.D. Lucia and I. Cruz. 2002. Effect of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) density on control of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses upon release in a maize field. Rev. Bras. de Milho e Sorgo. 1(2): 12–19.
- Greathead, D.J. 1995. Benefits and risks of classical biological control, pp. 53–63. In: H.M.T. Hokkanen and J.M. Lynch, eds. Biological Control: Benefits and Risks. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- International Plant Protection Convention (IPPC). 2018. First detection of fall army worm on the border of Thailand. Available Source: <https://www.ippc.int/en/countries/thailand/pestreports/2018/12/first-detection-of-fall-army-worm-on-the-border-of-thailand/>, June 15, 2022.

- Issa, U.S., K. Frimpong-Anin, I. Adama, M.B. Mochiah, H. Braimah and P. Obeng. 2021. Indigenous natural enemies attacking fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Ghana. J. Entomol. 18(1): 1–7.
- Koffi, D., R. Kyerematen, V.Y. Eziah, K. Agboka, M. Adom, G. Goergen and R.L. Meagher Jr. 2020. Natural enemies of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in Ghana. Fla. Entomol. 103(1): 85–90.
- Liao, Y.L., B. Yang, M.F. Xu, W. Lin, D.S. Wang, K.W. Chen and H.Y. Chen. 2019. First report of *Telenomus remus* parasitizing *Spodoptera frugiperda* and its field parasitism in southern China. J. Hymenopt. Res. 73: 95–102.
- Masner, L. 1993. Superfamily Platygastroidae, pp. 558–565. In: H. Goulet and J.T. Huber, eds. Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families. Canada Communication Group-Publishing, Ottawa, Canada.
- Meagher Jr, R.L., G.S. Nuessly, R.N. Nagoshi and M.M. Hey-Roe. 2016. Parasitoids attacking fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in sweet corn habitats. Biol. Control. 95: 66–72.
- Mihm, J.A. 1982. Techniques for Efficient Mass Rearing and Infestation in Screening for Host Plant Resistance to Corn Earworm, *Heliothis zea*. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City, Mexico.
- Mihm, J.A. 1983. Efficient Mass-Rearing and Infestation Techniques to Screen for Host Plant Resistance to Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City, Mexico.
- Miller, J.C. 1983. Ecological relationships among parasites and the practice of biological control. Environ. Entomol. 12(3): 620–624.
- 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.
- Ogunfunmilayo, A.O., S.A. Kazeem, J.E. Idoko, R.A. Adebayo, E.Y. Fayemi, O.B. Adedibu, Q.O. Oloyede-Kamiyo, J.O. Nwogwugwu, O.A. Akinbode, S. Salihu, L.C. Offord, A.G. Buddie and T.I. Ofuya. 2021. Occurrence of natural enemies of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Nigeria. PLoS ONE 16(7): e0254328.
- Oktaviani, N. Maryana and Pudjianto. 2021. Biology and life table of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) as parasitoid of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 948: 012041.

- Pennaflor, M.F.G.V., M.M.M. Sarmiento, C.S. Bezerra da Silva, A.G. Werneburg and J.M.S. Bento. 2012. Effect of host egg age on preference, development and arrestment of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). *Eur. J. Entomol.* 109(1): 15–20.
- Pinto, J.R.L. and O.A. Fernandes. 2020. Parasitism capacity of *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* on eggs of moth pests of peanut. *Bull. Insectology* 73(1): 71–78.
- Plant Protection and Research Development Office. 2017. Coconut Pest Management. Department of Agriculture, The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd., Bangkok, Thailand. 90 pp. (in Thai).
- Rwomushana, I. 2019. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). Invasive Species Compendium. CABI. Available Source: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810>, June 15, 2022.
- Sisay, B., J. Simiyu, P. Malusi, P. Likhayo, E. Mendesil, N. Elibariki, M. Wakgari, G. Ayalew and T. Tefera. 2018. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), natural enemies from Africa. *J. Appl. Entomol.* 142(8): 800–804.
- Varella, A.C., A.C. Menezes-Netto, J.D. de Souza Alonso, D.F. Caixeta, R.K.D. Peterson and O.A. Fernandes. 2015. Mortality dynamics of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) immatures in maize. *PLoS ONE* 10(6): e0130437.
- Young, J.R. and W.W. McMillian. 1979. Differential feeding by two strains of fall armyworm larvae on carbaryl treated surfaces. *J. Econ. Entomol.* 72(2): 202–203.
- Youssef, M.A.M. 2021. The first report to record the parasitoids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in Egypt. *SVU-Int. J. Agric. Sci.* 3(2): 52–57.
- Zhang, D.D., Y.T. Xiao, P.J. Xu, X.M. Yang, Q.L. Wu and K.M. Wu. 2021. Insecticide resistance monitoring for the invasive populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in China. *J. Integr. Agric.* 20(3): 783–791.