

เปรียบเทียบผลการเบียนของแตนเบียน *ANISOPTEROMALUS CALANDRAE*
(HOWARD) และ *THEOCOLAX ELEGANS* (WESTWOOD) ต่อด้วงถั่วเขียว
COMPARISON THE EFFECTS OF PARASITISM OF *ANISOPTEROMALUS*
CALANDRAE (HOWARD) AND *THEOCOLAX ELEGANS* (WESTWOOD)
TO BEAN WEEVIL

ณัฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์*
Nathapong matintarangson *

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University
under the Royal Patronage

Received: 23 August 2021

Accepted: 28 November 2021

บทคัดย่อ

ปัญหาในการเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวคือการติดต่อนและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วเขียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วงถั่วเขียวเป็นหนึ่งในแมลงศัตรูหลักของถั่วเขียวในประเทศไทย วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลการเบียนของแตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) และ *Theocolax elegans* (Westwood) ต่อด้วงถั่วเขียว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) นำแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* ระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียจำนวน 5 คู่ ใส่ลงไปในช่วงหัวขนาดเล็กซึ่งบรรจุเมล็ดถั่วเขียวที่มีระยะหนอนวัย 4 ของด้วงถั่วเขียว ขนาดละ 100 เมล็ด จำนวน 5 ซ้ำ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำแตนเบียนออก นำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าแตนเบียน *A. calandrae* มีการเบียนหนอนด้วงถั่วเขียววัย 4 สูงกว่าแตนเบียน *T. elegans* โดยที่แตนเบียน *A. calandrae* มีเปอร์เซ็นต์การเบียนและจำนวนแตนเบียนที่ฟักออกมาเฉลี่ยเท่ากับ 78.73 เปอร์เซ็นต์ และ 54.80 ± 3.96 ตัว

* ผู้ประสานงาน: ณัฐพงศ์ เมธินธรังสรรค์
อีเมลล์: Nathapong@vru.ac.th

ตามลำดับ ในขณะที่แตนเบียน *T. elegans* เท่ากับ 57.19 เปอร์เซ็นต์ และ 33.40 ± 3.61 ตัว ตามลำดับ อัตราส่วนเพศผู้เพศเมียของแตนเบียน *A. calandreae* มีค่าเท่ากับ 1:1.73 ในขณะที่แตนเบียน *T. elegans* มีค่าเท่ากับ 1:1.38

คำสำคัญ: การเบียน, *Anisopteromalus calandreae*, *Theocolax elegans*, ตัวงักเขียว

Abstract

The mung bean storage problems were infestation and destruction by mung bean insect pests. Especially, the bean weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.), was one of the major pests of mung bean in Thailand. The objective of this research was to compare the effect of parasitism of *Anisopteromalus calandreae* (Howard) and *Theocolax elegans* (Westwood) to the bean weevil. The experiments were arranged in a completely randomized design (CRD). The sex ratio of *A. calandreae* and *T. elegans* between male and female 5 pairs were leaved into glass vials containing 100 seeds of mung bean with the 4th larval instar of bean weevil in the seeds. The treatments were replicated five times. After leaving for 24 hrs the *A. calandreae* and *T. elegans* were removed from the glass vials and was kept at temperature (25-27°C) with Relative Humidity (RH) at (75-80%). The research found that the *A. calandreae* had the parasitism higher than the *T. elegans* at the 4th larval instar of bean weevil. The percentage of parasitism and number of progenies of *A. calandreae* was 78.73% and 54.80 ± 3.96 adults respectively, whereas the *T. elegans* was 57.19% and 33.40 ± 3.61 adults, respectively. The sex ratio of male and female of the *A. calandreae* was 1:1.73 whereas the *T. elegans* was 1:1.38.

Keywords: Parasitism, *Anisopteromalus calandreae*, *Theocolax elegans*, Bean weevil

บทนำ

ถั่วเขียว (mung bean) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นพืชทนแล้งสามารถปลูกได้ทั่วไป ประโยชน์ของการปลูกถั่วเขียวช่วยบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน นอกจากนี้บริเวณรากมักจะพบปมของเชื้อแบคทีเรียไรโซเบียม (*Rizobium* spp.) ทำหน้าที่ช่วยตรึงไนโตรเจนในชั้นบรรยากาศได้ (ช่อลัดดา เทียงพุก, 2559) เมล็ดถั่วเขียวมีคุณค่าทางอาหารสูงซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 62-65% โปรตีน 25-28% ไขมัน 1-2% จึงนิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ และยังเป็นวัตถุดิบในการผลิตเส้นในโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2553) ปัญหาในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียวคือการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว (bean weevil) ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Callosobruchus maculatus* (F.) จัดอยู่ในวงศ์ Bruchidae อันดับ Coleoptera ตัวเต็มวัยมีสีน้ำตาล ปีกสั้นคลุมไม่มีติ ส่วนปลายท้องมีแถบหรือจุดสีน้ำตาลเข้มบนปีกทั้งสองข้าง ปลายปีกมีสีดำ ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ที่ผิวเมล็ดถั่วประมาณ 40-100 ฟอง ไข่จะฟักเป็นตัวหนอน 3-6 วัน หนอนจะเจาะเมล็ดถั่วอาศัยกัดกินและเจริญเติบโตภายในเป็นเวลา 13-20 วัน ระยะหนอนมีการลอกคราบ 4 ครั้ง แล้วเข้าดักแด้ 3-7 วัน เมื่อดักแด้เข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยจะเจาะเมล็ดออกมาสู่ภายนอกเพื่อผสมพันธุ์และวางไข่ต่อไป สร้างความเสียหายให้กับเมล็ดถั่วเขียวทั้งคุณภาพและปริมาณ (สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, 2551)

การป้องกันกำจัดส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมใช้สารเคมี (Chemical insecticide) เนื่องจากสะดวก หาซื้อได้ง่ายและสามารถกำจัดได้ทุกระยะการเจริญเติบโต แต่อย่างไรก็ตามผลกระทบที่ตามมามีหลายด้าน เช่น ปัญหาทางด้านสุขภาพของผู้ใช้ ลดความหลากหลายในระบบนิเวศ ตกค้างในผลผลิตเกษตรและในสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญแมลงศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารเคมี (Dey et al., 2013; Brühl & Zaller, 2019; Kole et al., 2019) การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี (biological control) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ แมลงห้ำ (insect predators) แมลงเบียน (insect parasite) และจุลินทรีย์ต่าง ๆ (microorganisms) ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติมาช่วยป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช (Tsegaye et al., 2018) แตนเบียน *Anisopteromalus calandrae* (Howard) กับ แตนเบียน *Theocolax elegans* (Westwood) เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีบทบาทและความสำคัญ

ในการควบคุมแมลงศัตรูเมล็ดพันธุ์พืช โดย *A. calandreae* มีความยาวลำตัวประมาณ 3 มิลลิเมตร ส่วนหัว ออกมีสีดำ ส่วนท้องสีน้ำตาลอ่อน ตาเดี่ยวอยู่ระหว่างตารวม ขนาดสั้น 4-5 ปล้อง ในขณะที่ *T. elegans* มีความยาวลำตัวประมาณ 2 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลแดง มีแถบพาดสีดำ ปีกคู่หน้ามีขนแข็งสีดำ และมีแถบสีน้ำตาลตรงกลางปีก แตนเบียนทั้งสองชนิดนี้เป็นแตนเบียนภายนอก (ectoparasitoids) ตัวหนอนของแมลง เพศเมียจะมีอวัยวะวางไข่ (ovipositor) อยู่ปลายสุดส่วนท้องโดยจะวางไข่และเจริญเติบโตภายนอกตัวหนอนแมลงและดักแด้ สามารถลดความหนาแน่นของประชากรแมลงศัตรูเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ต่ำกว่าระดับที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตและไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม (สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, 2551)

จากความสำคัญดังกล่าวจึงนำมาสู่งานวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบผลการเบียนของแตนเบียน *A. calandreae* และ *T. elegans* ต่อด้วงถั่วเขียว นอกจากนี้ยังศึกษาจำนวนลูกหลาน (progeny) ที่ฟักออกมาและอัตราส่วนเพศที่ได้จากด้วงถั่วเขียว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การประเมินศักยภาพของแตนเบียนและนำแตนเบียนมาเลี้ยงขยายเพิ่มปริมาณในการควบคุมแมลงศัตรูเมล็ดพันธุ์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเลี้ยงและขยายพันธุ์ด้วงถั่วเขียว

เก็บตัวอย่างด้วงถั่วเขียว (รูปที่ 1) จากโรงงานเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี มาเลี้ยงขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนด้วงถั่วเขียวในห้องปฏิบัติการชีววิทยาที่อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ถั่วเขียวจากเกษตรกรที่ปราศจากการรมสารฆ่าแมลงมาเลี้ยงเป็นอาหารสำหรับด้วงถั่วเขียว บรรจุเมล็ดถั่วเขียวปริมาณ 300 กรัม ลงในขวดแก้วที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 16 เซนติเมตร ขนาดปริมาตร 803.84 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวทั้งเพศผู้และเพศเมียลงในขวดแก้วจำนวน 50 คู่ ปิดด้วยผ้าขาวบางรัดด้วยหนังยาง ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นนำตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียวออกให้หมด ปิดด้วยผ้าขาวบางรัดด้วยหนังยางและนำไปวางไว้บนชั้นเลี้ยงแมลง เมล็ดถั่วเขียวจะถูกตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียววางไข่ฟักเป็นตัวหนอนกัดกินอยู่ในเมล็ด จากนั้นจะเข้าดักแด้และพัฒนาเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยรุ่นที่ 1 (F_1) จะได้ตัวเต็มวัยที่มีอายุใกล้เคียงกันเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป



รูปที่ 1 ลักษณะโดยทั่วไปของด้วงถั่วเขียว

การเตรียมด้วงถั่วเขียวและแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* เพื่อใช้ในการทดลอง

คัดเลือกเมล็ดถั่วเขียวที่มีระยะหนอนวัย 4 ของด้วงถั่วเขียวอยู่ในเมล็ดมาใช้ในการทดลอง โดยสังเกตช่วงเวลาการเจริญเติบโตในเมล็ดถั่วเขียวเป็นเวลาประมาณ 18-20 วัน (หลังจากปล่อยตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว) ตัวอย่างละ 100 เมล็ด ใส่ในขวดแก้วขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร ปิดด้วยผ้าขาวบางรัดด้วยหนังยาง แต่ละชุดการทดลอง (Treatment) ทำทั้งหมด 5 ซ้ำ ข้อสังเกตลักษณะของเมล็ดถั่วเขียวที่มีระยะหนอนวัย 4 ของด้วงถั่วเขียว เมล็ดถั่วเขียวจะรอยเจาะเป็นรูและแตกพรุนเล็กน้อย พร้อมทั้งจะนำไปทดลองให้แตนเบียนวางไข่ ในขณะที่แตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* สํารวจและเก็บตัวอย่างจากโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกร อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี นำมาเลี้ยงและขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนในห้องปฏิบัติการ โดยใช้หนอนด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) เป็นแมลงอาศัย

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเบียนของ *A. calandrae* และ *T. elegans* ต่อด้วงถั่วเขียว

นำแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* จำนวน 5 คู่ แยกความแตกต่างภายใต้กล้องสเตอริโอ แแตนเบียน *A. calandrae* บริเวณส่วนนอกมีสีดำ (รูปที่ 2ก) ในขณะที่แตนเบียน *T. elegans* มีสีน้ำตาลแดงและมีแถบพาดสีดำ (รูปที่ 2ข) ใส่ลงในขวดแก้วขนาดเล็กซึ่งบรรจุเมล็ดถั่วเขียวที่มีระยะหนอนวัย 4 ของด้วงถั่วเขียว ขวดละ 100 เมล็ด จำนวน 5 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomized design;

CRD) ปิดฝาขวดด้วยผ้าขาวบางรัดด้วยหนังยาง ปล่อยให้แตนเบียนทั้งสองชนิดเบียนเมื่อดักตัว
 เขียวที่มีหนอนของดักแด้เขียววัย 4 โดยเพศเมียจะใช้อวัยวะวางไข่ที่แทงเข้าเข้าไปในตัว
 หนอน (รูปที่ 3) ที่ไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำแตนเบียน *A. calandrae* และ *T.*
elegans ออกจากขวดแก้ว นำขวดแก้วที่ถูกแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans*
 เบียนแล้วนำไปวางไว้บนชั้นเลี้ยงแมลงภายใต้อุณหภูมิห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25-27 องศา
 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเบียน
 (parasitism) จำนวนแตนเบียนที่ฟักออกมา (progeny) และอัตราส่วนเพศ (sex ratio) ของ
 แตนเบียนที่ฟักออกมา การคำนวณเปอร์เซ็นต์การเบียน โดยใช้วิธีการของ Mahal et al.
 (2005) จากสมการดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเบียน (\% parasitism)} = \frac{\text{จำนวนแตนเบียนที่ฟัก} \times 100}{\text{จำนวนดักแด้เขียวที่ฟัก} + \text{จำนวนแตนเบียนที่ฟัก}}$$

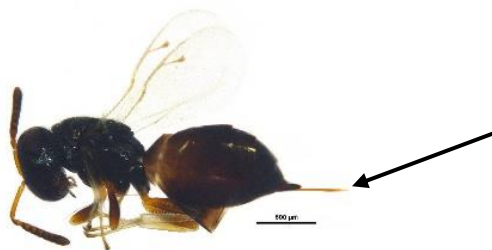


(ก)



(ข)

รูปที่ 2 ลักษณะโดยทั่วไปของแตนเบียน (ก) *A. calandrae* (ข) *T. elegans*



รูปที่ 3 ลักษณะอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ของแตนเบียน *A. calandrae*

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการเปรียบเทียบการเบียนและจำนวนตัวเต็มวัยของ *A. calandrae* และ *T. elegans*

จากผลการเปรียบเทียบการเบียนและจำนวนตัวเต็มวัยของแตนเบียน *A. calandrae* และ *T. elegans* ที่ฟักออกมาจากด้วงถั่วเขียววัย 4 พบว่าแตนเบียน *A. calandrae* มีเปอร์เซ็นต์การเบียนหนอนด้วงถั่วเขียววัย 4 สูงกว่าแตนเบียน *T. elegans* โดยที่แตนเบียน *A. calandrae* มีเปอร์เซ็นต์การเบียนหนอนด้วงถั่วเขียววัย 4 สูงสุดเท่ากับ 78.73 เปอร์เซ็นต์ และแตนเบียน *T. elegans* มีเปอร์เซ็นต์การเบียนหนอนด้วงถั่วเขียววัย 4 เท่ากับ 57.19 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่จำนวนแตนเบียนที่ฟักออกมาจากหนอนด้วงถั่วเขียววัย 4 พบว่าแตนเบียน *A. calandrae* มีจำนวนแตนเบียนเฉลี่ยสูงกว่าแตนเบียน *T. elegans* โดยจำนวนแตนเบียน *A. calandrae* มีจำนวนมากที่สุดเฉลี่ย 54.80 ± 3.96 ตัว ในขณะที่จำนวนแตนเบียน *T. elegans* มีค่าเท่ากับ 33.40 ± 3.61 ตัว (ตารางที่ 1) จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าแตนเบียนทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพสามารถเบียนด้วงถั่วเขียวได้ ซึ่งเป็นการควบคุมแมลงศัตรูเมล็ดพันธุ์โดยชีววิธีเป็นการใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมกันเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ngamo et al. (2007) ที่ได้ใช้แตนเบียน *A. calandrae* ควบคุมด้วงถั่วเขียวในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว โดยสามารถลดจำนวนประชากรด้วงถั่วเขียวลงได้ 42.34 เปอร์เซ็นต์ และงานวิจัยของ Bodlah et al. (2016) ยังอธิบายว่าแตนเบียน *A. calandrae* มีพฤติกรรมชอบเบียนตัวหนอนของเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วดำ และถั่วแดง ได้อีกด้วย ทั้งนี้ Moosavi et al. (2021) ยังรายงานว่ากลไกในการค้นหาอาหารของแตนเบียน *A. calandrae* จะอยู่ที่บริเวณปลายหนวดซึ่งจะมีขนแบบ trichoid sensilla ในการรับกลิ่นหรือสารเคมี (chemoreceptor) โดยสามารถค้นหากลิ่นของตัวหนอนแมลงอาศัยถึงแม้ว่าตัวหนอนจะอาศัยอยู่ในเมล็ดพันธุ์ก็ตาม ในขณะที่แตนเบียน *T. elegans* มักจะชอบเบียนตัวหนอนในเมล็ดพันธุ์ที่ลักษณะภายนอกไม่แข็งเกินไป ถ้าเมล็ดพันธุ์ที่มีลักษณะแข็งจะส่งผลต่อการตีมีแท่งและวางไข่ของแตนเบียน (Sitthichaiyakul et al., 2018)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเบียนและจำนวนแตนเบียนที่ฟักออกมาจากหนอนตัวงั่วเขียววัย 4

แตนเบียน	การเบียน (%)	จำนวนแตนเบียนเฉลี่ย (ตัว ± SD)
<i>A. calandreae</i>	78.73	54.80 ± 3.96
<i>T. elegans</i>	57.19	33.40 ± 3.61

ผลการศึกษาเพศและอัตราส่วนเพศของแตนเบียน *A. calandreae* และ *T. elegans*

จากผลการศึกษาเพศและอัตราส่วนเพศของแตนเบียน *A. calandreae* และ *T. elegans* ที่ฟักออกมาจากตัวงั่วเขียววัย 4 พบว่าเพศผู้และเพศเมียของแตนเบียน *A. calandreae* มีจำนวนเฉลี่ยสูงกว่าแตนเบียน *T. elegans* โดยที่แตนเบียน *A. calandreae* มีจำนวนเพศผู้และเพศเมียเฉลี่ย 18.60 และ 32.20 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่แตนเบียน *T. elegans* มีจำนวนเพศผู้และเพศเมียเฉลี่ย 13.60 และ 18.80 ตัว ตามลำดับ อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของแตนเบียน *A. calandreae* เท่ากับ 1:1.73 ในขณะที่อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของแตนเบียน *T. elegans* เท่ากับ 1:1.38 (ตารางที่ 2) จากผลการวิจัยการการเบียนของแตนเบียน *A. calandreae* จะมีจำนวนเพศผู้และเพศเมียจำนวนมากกว่าแตนเบียน *T. elegans* และมีอัตราส่วนระหว่างเพศผู้กับเพศเมียสูงกว่าอีกด้วย ซึ่งอาจจะเกิดจากพฤติกรรมความชอบ การค้นหาถิ่นอาหาร และขนาดพื้นที่อาหารมีขนาดใหญ่จึงส่งผลต่อการเบียนของแตนเบียน (Ji et al., 2004) นอกจากนี้อายุของแมลงอาศัย (Host age) ยังส่งผลต่ออัตราส่วนเพศ จากงานวิจัยของ Dlamini & Amornsak (2014) พบว่าตัวหนอนที่เป็นแมลงอาศัยของแตนเบียน เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีอัตราส่วนของเพศผู้กับเพศเมียสูงขึ้นและจะให้เพศเมียสูงกว่าเพศผู้ อาจเป็นเพราะลำตัวหนอนอาศัยมีขนาดใหญ่มีพื้นที่ผิวมาก ซึ่งมีความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนและพัฒนารังไข่ของระบบสืบพันธุ์ของแตนเบียนเพศเมีย เพื่อการขยายพันธุ์และดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไป

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนเพศผู้ เพศเมียและอัตราส่วนระหว่างเพศจากหนอนด้วง ถั่วเขียววัย 4

แตนเบียน	เพศผู้ (ตัว)	เพศเมีย (ตัว)	อัตราส่วนเพศผู้ : เพศเมีย (sex ratio)
<i>A. calandreae</i>	18.60	32.20	1:1.73
<i>T. elegans</i>	13.60	18.80	1:1.38

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองแตนเบียน *A. calandreae* มีประสิทธิภาพการเบียนหนอนด้วง ถั่วเขียววัย 4 และให้จำนวนตัวเต็มวัยและอัตราส่วนระหว่างเพศผู้กับเพศเมียสูงกว่าแตนเบียน *T. elegans* อาจเป็นเพราะพฤติกรรมความชอบโฮสต์ที่มีขนาดลำตัวใหญ่มีพื้นที่ผิวมากซึ่งเหมาะต่อการวางไข่และเจริญเติบโตภายนอกตัวโฮสต์ นอกจากนี้แตนเบียน *A. calandreae* มีประสิทธิภาพในการค้นหาโฮสต์อาศัยได้ดีกว่าแตนเบียน *T. elegans* การควบคุมโดยชีววิธีเป็นการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้สิ่งมีชีวิตคอยควบคุมกันเองซึ่งเป็นวิถีทางตามธรรมชาติ โดยที่เกษตรกรสามารถเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนให้มีปริมาณมาก ๆ และมีอัตราส่วนเพศเมียสูง เพื่อนำไปปล่อยให้แตนเบียนควบคุมประชากรของแมลงศัตรูพืช ซึ่งมีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

ช่อลัดดา เทียงพุก. (2559). ถั่วเขียว: พืชทนแล้ง คุณค่าทางอาหารสูง. *อาหาร*, 46(4), 37-42.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2553).

คู่มือ การผลิตวันเส้นจากถั่วเขียว. กรุงเทพฯ: หจก. อรุณการพิมพ์.

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. (2551). *แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- Bodlah, I., Bodlah, M. A., Naeem, M., Khaliq, S., & Aihetasham, A. (2016). First record of *anisopteromalus calandrae* (Howard, 1881) (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae) as a potential bio-control agent of stored grain beans from Rawalpindi and Islamabad. *Asian Journal of Agriculture and Biology*, 4(3), 73–76.
- Brühl, C. A., & Zaller, J. G. (2019). Biodiversity decline as a consequence of an inappropriate environmental risk assessment of pesticides. *Frontiers in Environmental Science*, 7, Doi: 10.3389/fenvs.2019.00177.
- Dey, K. R., Choudhury, P., & Dutta, B. K. (2013). Impact of pesticide use on the health of farmers: A study in Barak valley, Assam (India). *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 5(10), 269–277.
- Dlamini, B. E., & Amornsak, W. (2014). Effect of host age on progeny production of *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae) reared on *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). *Kasetsart Journal Natural Science*, 48, 587–597.
- Ji, J., Choi, W., & Ryoo, M. (2004). Fitness and sex allocation of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae): relative fitness of large females and males in a multi-patch system. *Annals of the Entomological Society of America*, 97(4), 825–830.
- Kole, R. K., Roy, K., Panja, B. N., Sankarganesh, E., Mandal, T., & Worede, R. E. (2019). Use of pesticides in agriculture and emergence of resistant pests. *Indian Journal of Animal Health*, 58(2) Special Issue, 53–70.
- Mahal, N., Islam, W., Parween, S., & Mondal, K. A. M. S. H. (2005). Effect of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) in controlling residual populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in wheat stores. *International Journal of Tropical Insect Science*, 25(4), 245–250.

- Moosavi, M., Zandi-Sohani, N., & Rajabpour, A. (2021). Olfactory responses of the parasitoid wasp, *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) to odors from hosts and stored grain. *Journal of Plant Protection Research*, 61(2), 189–194.
- Ngamo, T. S. L., Kouninki, H., Ladang, Y. D., Ngassoum, M. B., Mapongmestsem, P. M., & Hance T. (2007). Potential of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) as biocontrol agent of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *African Journal of Agricultural Research*, 2(4), 168–172.
- Sitthichaiyakul, S., Kengkanpanich, R., Noochanapai, P., & Amornsak, W. (2018). Host-age preference of *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae), a larval parasitoid of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) and the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae). In: Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection (IWCSPP). October 7–11, Berlin, Germany.
- Tsegaye, Z., Assefa, F., Tefera, G., Alemu, T., Gizaw, B., & Abatenh, E. (2018). Concept, principle and application of biological control and their role in sustainable plant diseases management strategies. *International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB)*, 6(4), 18–34.