

## ผลของอุณหภูมิต่ำต่อการเก็บรักษาด้งแมลงวันบ้านเพื่อการเลี้ยงเพิ่มปริมาณ และการเบียนของแตนเบียนด้งแมลงวันบ้าน (*Spalangia gemina* Boucek)

### Effect of cold storage temperature on house fly pupa for mass rearing and parasitization of house fly parasitoid (*Spalangia gemina* Boucek)

วรรษญา อัจบุราย<sup>1</sup> และ อุบล ตั้งควานิช<sup>2\*</sup>

Waranya Ardburai<sup>1</sup> and Ubon Tangkawanit<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>2</sup> Department of Entomology Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

**บทคัดย่อ:** การศึกษาการเก็บด้งแมลงวันบ้านเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของแมลงวันบ้านจำเป็นต่อการเลี้ยงเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการและการเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนด้งแมลงวันบ้าน การศึกษาในครั้งนี้ทดสอบการชะลอพักของด้งแมลงวันบ้านเพื่อการเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วยอุณหภูมิที่ต่ำ ได้แก่ 8, 12 และ 16°C โดยเปรียบเทียบข้อมูลทางชีววิทยากับแมลงวันบ้านที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 25°C โดยทดสอบกับด้งแมลงวันบ้าน อายุ 2 และ 4 วัน เป็นเวลา 1-4 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บด้งแมลงวันบ้านเพิ่มขึ้น อัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัย และอายุของตัวเต็มวัยลดลง การเก็บรักษาด้งแมลงวันบ้านเป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าระยะเวลาการเก็บอื่นๆ และด้งแมลงวันบ้าน อายุ 4 วัน สามารถชะลอการฟักได้ทั้ง 3 อุณหภูมิ และมีการรอดชีวิตสูงกว่าด้งแมลงวันบ้าน อายุ 2 วัน โดยอุณหภูมิ 12°C มีการรอดชีวิตใกล้เคียงกับตัวเต็มวัยมากที่สุด ส่วนการชะลอการเจริญเติบโตของด้งแมลงวันบ้าน อายุ 1 วัน เพื่อใช้ในการเบียนของแตนเบียนด้งแมลงวันบ้าน โดยการเปรียบเทียบ ระหว่างอุณหภูมิ 0 และ 12°C พบว่า ด้งแมลงวันบ้านที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 12°C มีอัตราการเบียนของแตนเบียนด้งแมลงวันบ้านสูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 0°C โดยการเก็บรักษาด้งแมลงวันบ้านที่อุณหภูมิ 12°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีอัตราการเบียนสูงและสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของแตนเบียนในรุ่นลูกใกล้เคียงกับด้งแมลงวันบ้านที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 25°C ที่ไม่มีการชะลอพัก โดยอัตราการเบียนลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาด้งแมลงวันบ้านเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้อุณหภูมิที่ต่ำในระดับ 12°C ระยะเวลา 1 สัปดาห์ ในการเก็บรักษาด้งแมลงวันบ้าน จึงเป็นทางเลือกที่ช่วยชะลอพัฒนาการของแมลงวันบ้านเพื่อการจัดการเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงวันบ้าน และการผลิตแตนเบียน

**คำสำคัญ:** การเบียน; ด้งแมลงวันบ้าน; อุณหภูมิวิกฤติ

**ABSTRACT:** Storage of house fly pupae for delay the development is necessary for mass rearing house fly and house fly parasitoid, *Spalangia gemina*. In order to delay house fly pupae hatched for mass rearing in the laboratory, the effect of cold storage at 8, 12, and 16°C on the developmental rates and survival of 2 and 4 days old house fly pupae were investigated for 1-4 weeks. Biological data of house fly rearing at 25°C was compared. Results showed that the adult emergence, and adult longevity, decrease as cold storage duration increased. Four days old of housefly pupae which storage for 1 week could successively delayed their biology for all 3 temperatures. Survival rate of 4 days old pupae was higher than 2 days old. Survival rate when storage at 12°C was not significant difference when compared with pupa storage at 25°C for 4 days old pupa to testing the delay of house fly pupae development for house fly parasitoid, 1 day old house fly pupae were examined when storage at 0 and 12°C. The results showed that parasitization rate of house fly parasitoid was higher in pupae stored at 12°C than 0°C. The parasitization rate of and male to female ratio in the 2<sup>nd</sup> generation of *S. gemina* when parasitized house fly pupa storage at 12°C were close to the house fly pupa stored at 25°C. Parasitization rate decrease as cold storage duration increased. Therefore, low temperature at 12°C for 1 weeks is an alternative method for delaying house fly development and rearing management house fly and its parasitoid.

\* Corresponding author: [ubonta@kku.ac.th](mailto:ubonta@kku.ac.th)

**Keywords:** parasitization; house fly pupa; base temperature

## บทนำ

แมลงวันบ้าน (*Musca domestica* L.) เป็นแมลงที่สร้างความรบกวนต่อมนุษย์ และสัตว์เลี้ยงในฟาร์มปศุสัตว์ เนื่องจากเป็นพาหะนำเชื้อโรคที่สำคัญ ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย บิดมีเชื้อ (Shigellosis) ไข้รากสาด (Salmonellosis) อาหารเป็นพิษ (Food poisoning) และ อหิวาตกโรค (Cholera) เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำไข่พยาธิชนิดต่างๆ และเป็น โฮสต์กึ่งกลางของพยาธิตัวกลมหลายชนิดในสัตว์ (จิกवाल, 2553; อุบล, 2555) ในปัจจุบัน มีรายงานการต้านทานสารเคมีหลายชนิดในแมลงวันบ้าน เช่น Trichlorfon, Fenitrothion, Diflubenzuron และ Pyriproxyfen (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553) ดังนั้น การป้องกันกำจัดแมลงวันบ้านในฟาร์มปศุสัตว์หลายแห่ง จึงลดการใช้สารเคมี และเลือกใช้การจัดการแมลงศัตรูพืชด้วยวิธีผสมผสาน (Integrated Pest Management; IPM) มากขึ้น (Kaufman and Geden, 2009) การใช้แตนเบียนดักด้แมลงวันควบคุมแมลงวันบ้านในคอกสัตว์เป็นการควบคุมโดยชีววิธี ซึ่งมีรายงานการใช้ในต่างประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา และ จีน (Skovgard and Nachman, 2004; Chiel and Kuslitzky, 2016) ในประเทศไทยมีรายงานการพบแตนเบียนดักด้แมลงวันบ้าน ได้แก่ แตนเบียนชนิด *Spalangia gemina*, *S. nigroaenea*, *S. cameroni*, *S. endius* และ *Pachycrepoideus vindemiae* เป็นต้น (Apiwathnasorn, 2012) ซึ่งแตนเบียนชนิด *S. gemina* เป็นแตนเบียนที่มีความสามารถในการควบคุมแมลงวันบ้านในระดับห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สิริภา, 2556) ปัจจุบันแม้จะมีรายงานการศึกษาชนิด และประสิทธิภาพของแตนเบียนดักด้แมลงวันบ้านในประเทศไทย แต่ยังไม่มีการใช้วิธีดังกล่าวป้องกันกำจัดแมลงวันบ้านในสภาพจริง เนื่องจากยังไม่สามารถผลิตแตนเบียนได้ในปริมาณเพียงพอต่อการปล่อยในฟาร์มสัตว์ ซึ่งการเพาะเลี้ยงศัตรูธรรมชาติให้ได้ปริมาณเพียงพอ ต้องสามารถเพิ่มทั้งปริมาณศัตรูธรรมชาติ และปริมาณแมลงอาศัย หรือ เหยื่อ (host) ให้มีจำนวนเพียงพอตามความต้องการ (Morgan, 1981)

ปัญหาที่พบในการเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนชนิดนี้ได้แก่ ปริมาณดักด้แมลงวันบ้านที่เป็นอาหารของแตนเบียนมีไม่เพียงพอ เนื่องจากเมื่อแตนเบียนดักด้แมลงวันบ้านฟักเป็นตัวเต็มวัย จะเริ่มจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ลงในดักด้แมลงวันบ้านอายุ 1 วัน ภายใน 24 ชั่วโมง (สิริภา, 2556) ซึ่งบางครั้ง การคำนวณระยะเวลาให้มีจำนวนแมลงวันบ้านที่มีอายุเหมาะสมกับการฟักของแตนเบียนอาจคลาดเคลื่อน ทำให้ไม่สามารถใช้ดักด้ที่เตรียมไว้ได้ และเมื่อดักด้ไม่ได้ถูกใช้ในการเบียนอาจทำให้มีจำนวนแมลงวันบ้านในห้องเลี้ยงมากเกินไปจนความต้องการ ดังนั้นการศึกษาวิธีการเก็บรักษาดักด้แมลงวันบ้านเพื่อยืดระยะเวลาในการฟักเป็นตัวเต็มวัยเพื่อรอเพิ่มปริมาณ และเพื่อยืดระยะเวลาการรอเบียนของแตนเบียนดักด้แมลงวันบ้าน จึงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาวิธีการเพิ่มปริมาณแตนเบียนในห้องปฏิบัติการ

จากรายงานที่ผ่านมาพบว่า อุณหภูมิร่างกายของแมลงเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม อัตราการเจริญเติบโตและพัฒนาการจึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดระยะเวลาการเจริญเติบโต เนื่องจากแมลงเป็นสัตว์เลือดเย็น (Chen et al., 2015; Mellanby, 1939) Shahzad et al. (2016) กล่าวว่าแมลงมักจะมียุทธศาสตร์การเจริญเติบโตสั้นลงเมื่อเลี้ยงในอุณหภูมิที่สูงขึ้น และใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตนานขึ้นเมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิต่ำ ในการเก็บดักด้เพื่อยืดระยะเวลาในการรอฟักของตัวเต็มวัย หรือเพื่อชะลอเวลาเพื่อนำไปใช้ในการเบียนของแตนเบียน จำเป็นต้องทราบอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อให้แมลงสามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์ได้เมื่อนำออกจากตู้เก็บ และคุณภาพของดักด้ที่ผ่านการเก็บต้องเหมาะสมกับการเบียนของแตนเบียนดักด้แมลงวันบ้านที่ผ่านามีผู้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อวงจรชีวิตของแมลงวันบ้าน โดยพบว่าอุณหภูมิวิกฤติที่แมลงวันบ้านไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Lower Development Threshold หรือ Base temperature) คือ 11-11.4°C (Stejskal et al., 2019) และอุณหภูมิขั้นต่ำที่แมลงวันบ้านสามารถพัฒนาการจนครบวงจรชีวิต คือ 12.42°C (Wang et al., 2018) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาระดับของอุณหภูมิที่ใช้ในการชะลอการฟักของแมลงวันบ้านในระยะดักด้

จากการศึกษาระดับของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาดักด้แมลงวันบ้านเพื่อการเบียนของแตนเบียนดักด้แมลงวันบ้านโดย Floate (2002) พบว่าดักด้แมลงวันบ้านที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C เป็นเวลาน้อยกว่า 6 เดือนเหมาะสำหรับการผลิตแตนเบียนดักด้แมลงวันบ้าน สกุล *Muscidifurax* มากกว่าแตนเบียน *S. cameroni* จากงานวิจัยของ Geden and Kaufman (2007) พบว่าการผลิตแตนเบียนชนิด *S. cameroni* ด้วยดักด้แมลงวันบ้านที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80°C พบว่า แตนเบียน *S. cameroni* สามารถ

เบียนดักแต่ได้น้อย และมีอัตราการฟักต่ำกว่าการเลี้ยงด้วยดักแด้แมลงวันบ้านที่มีชีวิต นอกจากนี้งานวิจัยของ Roth et al. (1991) พบว่าอัตราการเบียนของ *S. gemina* กับดักแด้ของ Horn fly (*Haematobia irritans*) มีอัตราการเบียนลดลงในดักแด้ที่เก็บด้วยวิธีการแช่แข็ง เมื่อเทียบกับการเบียนดักแด้มีชีวิต ดังนั้นการผลิตแตนเบียนสกุล *Spalangia* ในดักแด้ที่ยังมีชีวิตจึงอาจมีความเหมาะสมกว่า ดักแด้ตาย ซึ่งการเก็บรักษาดักแด้แมลงวันบ้านอายุ 1 วัน ด้วยอุณหภูมิที่สามารถหยุดพัฒนาการของดักแด้ไว้ได้ และดักแด้ยังสามารถรอดชีวิต (อุณหภูมิสูงกว่า 11°C) จึงน่าจะสามารถชะลอคุณภาพดักแด้ให้อยู่ในสภาพเหมาะสมกับการเบียนของแตนเบียนได้

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบระดับของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาแมลงวันบ้าน เพื่อชะลอการฟักเป็นตัวเต็มวัย เพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการจำนวนแมลงวันบ้านไม่ให้มากเกินไปเกินความต้องการระหว่างการเลี้ยงเพิ่มปริมาณ และ เพื่อทดสอบระดับของอุณหภูมิ และระยะเวลา รวมถึงอายุของดักแด้แมลงวันบ้านที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการชะลอพัฒนาการของดักแด้ให้อยู่ในระยะเหมาะสมต่อการเบียนของแตนเบียนดักแด้แมลงวันบ้าน ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะทำให้สามารถพัฒนาวิธีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณ และใช้ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในการวิจัยได้อย่างคุ้มค่า

### วิธีการศึกษา

**แมลงวันบ้าน** ที่ใช้ในการทดสอบนำมาจากฟาร์มเลี้ยงในโรงเรียนเพาะเลี้ยงแมลง สาขาชีววิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อุณหภูมิ 28±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-75% โดยนำแมลงวันบ้านตัวเต็มวัยจากธรรมชาติมาเลี้ยงในกรงขนาด 30x30x30 เซนติเมตร ภายในกรงเลี้ยงมีภาชนะบรรจุอาหารตัวเต็มวัย ได้แก่ ภาชนะบรรจุนมผง น้ำตาล และภาชนะให้น้ำโดยใส่ฟองน้ำ ขนาด 7x9x2 เซนติเมตร เพื่อซับน้ำ และมีกล่องขนาด 11x11x6 เซนติเมตร บรรจุอาหารเทียม (สิริภา, 2556) เพื่อให้แมลงวันบ้านวางไข่ หลังจากนั้นย้ายกลุ่มไข่ลงในอาหารเทียมกล่องใหม่สำหรับเลี้ยงตัวอ่อน (ขนาด 15x21x8 เซนติเมตร) หลังจากไขฟัก หนอนจะกินอาหารเทียมจนเข้าสู่วัยที่ 3 นำกล่องเลี้ยงหนอนแมลงวันบ้านมากกว่าใส่ตะแกรง ด้านล่างรองด้วยกล่องที่บรรจุเกล็ดดำ หนอนวัยที่ 3 จะมุดลงในเกล็ดดำเพื่อเข้าดักแด้ เมื่อหนอนเข้าดักแด้หมดแล้วใช้ตะแกรงร่อนดักแด้ออกจากเกล็ดดำ เก็บในกล่องพลาสติก เพื่อรอการฟัก และนำไปเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณ และนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

**แตนเบียน *Spalangia gemina*** ที่ใช้ในการทดลองได้จากการเก็บจากธรรมชาติ และนำมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณในโรงเรียนเพาะเลี้ยงแมลง สาขาชีววิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยนำดักแด้แมลงวันบ้านที่เก็บจากคอกสัตว์ มารอสังเกตการฟักภายในกรง ขนาด 30x30x30 เซนติเมตร ภายในกรงเลี้ยงมีอาหารของตัวเต็มวัย ประกอบด้วย น้ำผึ้ง 10% หยดลงในฟองน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร ร่อนแตนเบียนฟักออกมาจากดักแด้แมลงวันบ้าน และนำดักแด้แมลงวันบ้านอายุ 1 วัน ให้แตนเบียน *S. gemina* เเบียนเพื่อเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียน *S. gemina* ให้เพียงพอต่อการทดลอง

### ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาดักแด้แมลงวันบ้านเพื่อการเพิ่มปริมาณ

ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาดักแด้แมลงวันบ้านอายุ 2 และ 4 วัน เพื่อการเพิ่มปริมาณแมลงวันบ้าน เนื่องจากแมลงวันบ้านมีระยะดักแด้ 5 วัน การใช้ดักแด้อายุ 2 และ 4 วัน ในการทดลองเพื่อเป็นตัวแทนของดักแด้ในช่วงเริ่มแรกของพัฒนาการ และช่วงท้ายของพัฒนาการก่อนฟักเป็นตัวเต็มวัย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 12 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ คือ การเก็บรักษาดักแด้ที่อุณหภูมิ 8, 12 และ 16°C เป็นระยะเวลาการเก็บรักษา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ แต่ละกรรมวิธีใช้ดักแด้แมลงวันบ้านอายุ 2 วัน จำนวน 50 ตัว เป็นหน่วยทดลอง ห่อดักแด้ด้วยกระดาษทิชชู ใส่ในกล่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 2 เซนติเมตร โดยมีดักแด้แมลงวันบ้านที่เก็บในอุณหภูมิ 25°C เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ ศึกษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Memmert รุ่น ICP 55) เมื่อครบระยะเวลาตามปัจจัยที่กำหนดนำดักแด้แมลงวันบ้านที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่างกัน ออกมาจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ แยกใส่หลอดเก็บตัวอย่างขนาด 5 มิลลิลิตร จำนวนหลอดละ 5 ตัว ไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อรอการฟักเป็นตัวเต็มวัย เก็บข้อมูลการฟัก สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย และทดสอบการวางไข่ โดยจับคู่เพศผู้และเพศเมีย 10 คู่ แมลงวันบ้านที่ได้จากการเก็บรักษา ในกรงทดสอบขนาด 30x30x30 เซนติเมตร บันทึกจำนวนการวางไข่ของเพศเมีย ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับวิธีที่กล่าวมาข้างต้น ด้วยดักแด้อายุ 4 วัน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยวิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) โดยใช้โปรแกรม Statistix 10 (Analytical Software, 2013)

### ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาดักแด้แมลงวันบ้านเพื่อการรอเบียน ของแตนเบียน *Spalangia gemina*

ใช้แผนการแบบสุ่มสมบูรณ์ completely randomized design (CRD) ทำการทดลองจำนวน 12 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ โดยแต่ละกรรมวิธีคือ เก็บดักแด้แมลงวันบ้านที่อุณหภูมิ 0 12 และ 25°C เป็นระยะเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ใช้ดักแด้แมลงวันบ้าน

อายุ 1 วัน จำนวน 20 ตัว ห่อด้วยกระดาษทึบสีในกล่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร โดยมีดักแด้แมลงวันบ้านอายุ 1 วัน จากการเลี้ยงในอุณหภูมิ 25°C เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ เมื่อครบระยะเวลาตามปัจจัยที่กำหนด นำดักแด้แมลงวันบ้านที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่างกันออกมาจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ และนำมาทดสอบการเบียนโดยปล่อยแตนเบียนอายุ 1 วัน จำนวน 1 คู่ในกล่องดักแด้แมลงวันบ้าน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นแยกดักแด้แมลงวันบ้านที่ผ่านการเบียนใส่หลอดแคปซูลเบอร์ 0 หลอดละ 1 ตัว เพื่อรอการฟักเป็นตัวเต็มวัย เก็บข้อมูล อัตราการเบียน อัตราการฟัก และ สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของตัวเต็มวัยแตนเบียน *S. gemina* วิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรม Statistix 10 (Analytical Software, 2013)

## ผลการศึกษา

### ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาดักแด้แมลงวันบ้านเพื่อการเพิ่มปริมาณ

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิ 3 ระดับ ที่ใช้ในการทดสอบชะลอการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้านอายุ 2 วัน ได้แก่ อุณหภูมิ 8, 12, และ 16°C โดยเปรียบเทียบกับแมลงวันบ้านที่เลี้ยงด้วยอุณหภูมิ 25°C ที่ไม่ได้ผ่านการชะลอการฟัก พบว่า การเก็บดักแด้ระยะเวลา 1 สัปดาห์ แมลงวันบ้านสามารถฟักเป็นตัวเต็มวัยได้ทุกอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิ 16°C มีอัตราการฟักสูงที่สุด (89%) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) จากการเลี้ยงดักแด้ปกติที่อุณหภูมิ 25°C (93.5%) แต่ตัวเต็มวัยที่ฟักเป็นการฟักจากดักแด้ในวันที่ 5 ของการทดลอง ขณะที่อยู่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ทำให้ไม่สามารถทดลองได้ครบตามระยะเวลาที่กำหนด และเมื่อนำตัวเต็มวัยมาเลี้ยงต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าตัวเต็มวัยตายก่อนการวางไข่ โดยมีอายุเพียง 2 วัน ส่วนการเก็บดักแด้ระยะเวลา 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 8°C และ 12°C ดักแด้แมลงวันบ้านมีอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัย 45 และ 85% ตามลำดับ และมีอัตราการรอดถึง 100% หลังการฟัก (Table 1) โดยดักแด้ที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิ 12°C มีสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียสูงถึง 1:1.61 ตัว

จากการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยลดลง ในสัปดาห์ที่ 4 ดักแด้ที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิ 8°C ไม่สามารถฟักเป็นตัวเต็มวัยได้หลังจากนำมาออกฟักที่อุณหภูมิห้อง จากการศึกษพบว่า เมื่อเก็บดักแด้ที่อุณหภูมิ 8°C เป็นเวลา 1 2 และ 3 สัปดาห์ ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลา 4, 5 และ 9 วัน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาดักแด้นานขึ้น แต่ดักแด้แมลงวันบ้านที่เลี้ยงด้วยอุณหภูมิ 12°C ไม่เป็นไปตามแนวโน้มดังกล่าว เวลาที่ใช้ในการฟักเป็นตัวเต็มวัยหลังจากออกจากอุณหภูมิตดสอบจะใช้ระยะเวลานานขึ้นจากการศึกษาการวางไข่พบว่าแมลงวันบ้านที่ผ่านการเก็บรักษาในระยะดักแด้ ที่อุณหภูมิ 8 และ 12°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และ อุณหภูมิ 12 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีการวางไข่ โดยปริมาณการวางไข่จากตัวเต็มวัยที่ผ่านการเก็บรักษาในระยะดักแด้ 1 สัปดาห์ มีปริมาณสูงกว่า 2 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิ ที่ใช้ในการทดสอบชะลอการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแมลงวันบ้านอายุ 4 วัน พบว่า การเก็บดักแด้ระยะเวลา 1 สัปดาห์ แมลงวันบ้านสามารถฟักเป็นตัวเต็มวัยได้ทุกอุณหภูมิ โดยมีอัตราการฟักสูง (95.5%) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ( $P < 0.05$ ) กับการเลี้ยงดักแด้ปกติที่อุณหภูมิ 25°C (98.5%) ส่วนการเก็บดักแด้ระยะเวลา 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 8 และ 16°C ดักแด้แมลงวันบ้านมีอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัย 89 และ 82.5% ตามลำดับ และมีอัตราการรอด 100% หลังการฟัก (Table 2) จากการศึกษพบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เป็น 2 สัปดาห์ อัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยลดลงและมีการฟักก่อนกำหนดแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) จากการเก็บรักษา 1 สัปดาห์ แต่ตัวเต็มวัยที่ฟัก มีอายุเพียง 2-4 วัน และตายก่อนการวางไข่ และเมื่อยืดระยะเวลาการเก็บรักษาดักแด้ออกไปเป็น 3 และ 4 สัปดาห์ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C ไม่พบการฟักเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ ส่วนอุณหภูมิ 12 และ 16°C ไม่สามารถเก็บรักษาดักแด้ได้นานเกินสองสัปดาห์ เนื่องจากอุณหภูมิ 12°C มีอัตราการฟักต่ำกว่า 30% และอุณหภูมิ 16°C ฟักเป็นตัวเต็มวัยภายในตู้ทดลองเก็บรักษาได้เพียง 5 วัน จึงไม่สามารถทดสอบต่อได้ ส่วนระยะเวลาในการฟักเป็นตัวเต็มวัยหลังนำดักแด้ออกจากอุณหภูมิตดสอบใช้เวลาสั้นกว่าการเก็บรักษาดักแด้อายุ 2 วัน ภายใต้อุณหภูมิเดียวกัน จากการศึกษการวางไข่พบว่าแมลงวันบ้านที่ผ่านการเก็บรักษาในระยะดักแด้ ที่อุณหภูมิ 8, 12 และ 16°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ ) โดยอุณหภูมิ 8°C มีจำนวนไข่สูงกว่าตัวเต็มวัยที่ฟักจากดักแด้ที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิ 12 และ 16°C ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

**Table 1** Biological parameters of house fly pupae (2 days old) after storage at various temperature 1-4 weeks.

Time	Temperatures °C	Hatching time (Day)	Hatching adult (%) <sup>1/</sup>	Sex ratio Male: female	Adult age (days) <sup>1/</sup>	Survival Adult (%)	Total No. Egg laid <sup>1/</sup>
1 week	8	4	22.5±3.10c <sup>2/</sup> (45)	1:0.87	13.29±1.44	100	869.25±21.57a
	12	3	42.5±2.38b (85)	1:1.61	16.47±1.96	100	662.25±90.59c
	16	0*	44.5±2.08ab (89)	1:1.19	2±0	0	-
2 week	8	5	18.25±5.05e (36.5)	1:1.28	12.97±1.35	100	0
	12	3	38.5±1.73c (77)	1:1.36	9.47±1.37	100	542.75±92.69d
	16	-	-	-	-	-	-
3 week	8	9	2.25±1.70g (4.5)	1:1.25	8.77±1.01	100	0
	12	4	12.5±1.73f (25)	1:0.83	12.16±1.47	100	0
	16	-	-	-	-	-	-
4 week	8	-	-	-	-	-	-
	12	2	4±1.82g (8)	1:0.33	8.44±0.73	81.25	0
	16	-	-	-	-	-	-
0	25	6	46.75±1.5a (93.5)	1:1.83	20.67±1.54	100	765.75±81.42b

n=50 <sup>1/</sup> Mean±SD

<sup>2/</sup> Mean in a column with different small letter are significantly different at P<0.05 by Fisher's Least Significant Difference (LSD)

\* Adult emergence occurs while in storage at 5<sup>th</sup> days, - Unhatched pupae

**Table 2** Biological parameters of house fly pupae (4 days old) after storage at various temperature 1-4 weeks.

Time	Temperatures °C	Hatching time (Day)	Hatching adult (%) <sup>1/</sup>	Sex ratio Male: female	Adult age (day) <sup>1/</sup>	Survival (%)	Total No. Egg laid <sup>1/</sup>
1 week	8	3	44.5±0.57b <sup>2/</sup> (89)	1:1.19	13.87±1.74	100	764.5±89.18a
	12	2	47.75±1.5a (95.5)	1:1.14	11.74±1.54	97.90	654.5±116.95b
	16	1	41.25±0.95c (82.5)	1:1.26	15.53±1.85	100	474.25±41.69c
2 week	8	2	39±5.35c (78)	1:1.05	4.87±0.88	1.28	0
	12	0*	47±1.41ab (94)	1:1.32	2±0	0	-
	16	0**	41.5±2.38c (83)	1:1.24	2.72±0.65	0	-
3 week	8	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-
4 week	8	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-
0	25	6	46.75±1.5a (93.5)	1:1.83	20.67±1.54	100	765.75±81.42b

n=50 <sup>1/</sup> Mean±SD.<sup>2/</sup> Mean in a column with different small letter are significantly different at P<0.05 by Fisher's Least Significant Difference (LSD), \* Adult emergence occurs while in storage at 13<sup>th</sup> days, \*\* Adult emergence occurs while in storage at 10<sup>th</sup> days, - unhatched pupae**ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาด้งแดแมลงวันบ้านเพื่อรอการเบียด ของแตนเบียน *Spalangia gemina***

จากการศึกษาพบว่า แตนเบียนด้งแดแมลงวันบ้านสามารถเบียดด้งแดแมลงวันบ้านที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C ได้ดีกว่า 0°C ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยแตนเบียนที่เบียดด้งแดแมลงวันบ้านที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C มีอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัย สัดส่วนเพศต่อผู้เพศเมีย (1:1.83) ใกล้เคียงกับการเลี้ยงในอุณหภูมิ 25°C (1:1.84) โดยแตนเบียนเบียดด้งแดที่เก็บเป็นเวลา 1 และ 2 สัปดาห์ ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 และ 4 สัปดาห์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยแตนเบียนมีการเบียดด้งแดแมลงวันบ้านที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิ 12°C เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ เฉลี่ย 14.2 ตัว คิดเป็น 71% ของจำนวนด้งแดที่ทดสอบ แต่ยังมีอัตราการเบียดต่ำเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 25°C (อัตราการเบียด 77%) โดยอัตราการเบียดมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับกรรมวิธีควบคุม (Table 3) จำนวนด้งแดที่ผ่านการเบียดและการฟักเป็นแตนเบียนตัวเต็มวัย มีค่าสูงที่สุดในด้งแดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับจำนวนด้งแดที่เก็บในอุณหภูมิ 12°C เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และเมื่อให้แมลงวันบ้านที่ไม่ผ่านการเบียดรอฟัก พบว่ามีเพียงด้งแดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ที่แมลงวันบ้านยังมีการฟักเป็นตัวเต็มวัย

**Table 3** Parasitization of *Spalangia gemina* on house fly (*Musca domestica*) storage at 0°C and 12°C for 1-4 weeks.

Temperatures	Time (Week)	Parasitism <sup>1/</sup>				Non-parasitism		Sex ratio Parasitoid male:female
		Total parasitized pupae(%) <sup>2/</sup>	Non- parasitoid progeny (%) <sup>2/</sup>	No. parasitoid progeny (%) <sup>2/</sup>	Total non- parasitized pupae (%) <sup>2/</sup>	Mortality (%) <sup>2/</sup>	No. house fly progeny (%) <sup>2/</sup>	
0°C	1	7.4±0.54d (37)	0.2±0.44b <sup>3/</sup> (1)	7.2±0.83cd (36)	12.6±0.54c (63)	12.6±0.54c (63)	0±0b (0)	1:1.17
	2	5.2±1.09e (26)	0.4±0.54ab (2)	4.8±0.83ef (24)	14.8±1.09b (74)	14.8±1.09b (74)	0±0b (0)	1:1.16
	3	4.4±1.14ef (22)	0.33±0.51ab (2)	4±1f (20)	15.6±1.14ab (78)	15.6±1.14ab (78)	0±0b (0)	1:1.44
	4	3.8±0.83f (19)	0±0b (0)	3.8±0.83f (19)	16.2±0.83a (81)	16.2±0.83a (81)	0±0b (0)	1:1.37
12°C	1	14.2±0.83b (71)	0.6±0.89ab (3)	13.6±0.54b (68)	5.8±0.83e (29)	4.6±0.54f (23)	1.2±1.30a (6)	1:1.83
	2	14.2±0.83b (71)	1.4±1.67a (7)	12.8±1.64b (64)	5.8±0.83e (29)	5.8±0.83e (29)	0±0b (0)	1:1.53
	3	8.6±0.89c (43)	0.8±0.83ab (4)	7.8±1.30c (39)	11.4±0.89d (57)	11.4±0.89d (57)	0±0b (0)	1:1.52
	4	6.4±1.34d (32)	0.2±0.44b (1)	6.2±1.64de (31)	13.6±1.34c (68)	13.6±1.34c (68)	0±0b (0)	1:1.46
Control (pupa1day old)	25°C	15.8±0.44a (79)	0.4±0.54ab (2)	15.4±0.54a (77)	4.2±0.44f (21)	4±0.70f (20)	0.2±0.44b (1)	1:1.84

<sup>1/</sup>n=20, <sup>2/</sup> Mean±SD, <sup>3/</sup> the values with different letters in a column are significantly different (p<0.05) by Fisher's Least Significant Difference (LSD)

## วิจารณ์

### ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาด้งแมลงวันบ้านเพื่อการเพิ่มปริมาณ

จากการศึกษาพบว่าด้งแมลงวันบ้านอายุ 4 วัน เหมาะแก่การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการฟักเป็นตัวเต็มวัยมากกว่าด้งแมลงวันบ้านอายุ 2 วัน เนื่องจากมีอัตราการรอดเป็นระยะตัวเต็มวัยสูงกว่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากด้งแมลงวันบ้านอายุ 4 วัน มีพัฒนาการเกือบสมบูรณ์ พร้อมในการฟักเป็นตัวเต็มวัย (อายุด้งแมลงวันบ้านในอุณหภูมิ 25°C ประมาณ 6 วัน) ซึ่งต่างจากด้งแมลงวันบ้านอายุ 2 วันที่อยู่ในช่วงเริ่มต้นของพัฒนาการ การชะลอพัฒนาการในช่วงดังกล่าวอาจทำให้เกิดการพัฒนาการที่ไม่สมบูรณ์และมีอัตราการรอดชีวิตลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Leopold et al. (1998) พบว่าด้งแมลงวันบ้านที่มีอายุมากมีระยะเวลาที่ทำให้แมลงตายครึ่งหนึ่ง (LT<sub>50</sub>) นานกว่าด้งแมลงวันบ้านอายุน้อยเมื่อเก็บในอุณหภูมิ 7 และ 10°C และมีโอกาสรอดชีวิตมากกว่า

จากผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิ 16°C มีอัตราการฟักเร็วกว่าทุกอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบ โดยด้งแมลงวันบ้านอายุ 2 วัน สามารถชะลอการฟักในตัวเก็บเพียง 5 วันเท่านั้น ส่วนด้งแมลงวันบ้านอายุ 4 วัน สามารถเก็บในตัวควบคุมอุณหภูมิได้ 13 วัน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก แมลงต้องอาศัยการสะสมอุณหภูมิหรือพลังงานความร้อน (heat unit) ที่ได้รับในแต่ละวันเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต โดยอุณหภูมิที่ได้รับต้องสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤติ หรืออุณหภูมิขั้นต่ำที่แมลงจะเกิดพัฒนาการได้ (Lower Development Threshold หรือ base temperature) ซึ่งอุณหภูมิวิกฤติของแมลงวันบ้านคือ 11-11.4°C (Stejskal et al., 2019) เมื่ออุณหภูมิที่แมลงได้รับการสะสมถึงระดับที่แมลงแต่ละวัยต้องการ (accumulated growing degree-day) แมลงจะเริ่มเปลี่ยนวัย จากการทดลองในครั้งนี้อุณหภูมิ 16°C เป็นอุณหภูมิสูงที่สุดในการทดลอง ดังนั้นพลังงานสะสมในแต่ละวันที่ได้รับเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตจึงสูงกว่าแมลงวันบ้านที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นระยะเวลา การเจริญเติบโตจึงสั้นกว่า ซึ่งเหตุผลนี้ใช้ในการอธิบาย ระยะเวลาในการฟักเป็นตัวเต็มวัยหลังจากนำด้งแมลงวันบ้านออกจากอุณหภูมิทดสอบ และเก็บต่อในอุณหภูมิห้อง ซึ่งด้งแมลงวันบ้านที่เก็บในอุณหภูมิสูงมีระยะเวลาการฟักเร็วกว่าด้งแมลงวันบ้านที่เก็บในอุณหภูมิต่ำ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Wang et al. (2018) พบว่าด้งแมลงวันบ้านที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 16°C ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวเต็มวัยนานกว่าอุณหภูมิ 25°C นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Barnard and Geden (1993) และ Sanchez-Arroyo and Capinera (2017) เลี้ยงแมลงวันบ้านด้วยอุณหภูมิต่างๆ พบว่าในระยะด้งแมลงวันบ้านที่ทดสอบด้วยอุณหภูมิ 37°C ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย 3-6 วัน ส่วนด้งแมลงวันบ้านที่ทดสอบด้วยอุณหภูมิ 13.7°C ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยถึง 17-27 วัน Nevan (2000) อธิบายว่าแมลงที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำ จะลดอัตราการหายใจเพื่อสำรองพลังงานในการยืดอายุให้นานพอที่จะฟักตัวในสภาพแวดล้อมเหมาะสม จึงสามารถยืดอายุได้นานขึ้น จากการศึกษาของ Floate (2002) พบว่าเมื่อเก็บด้งแมลงวันบ้านที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน อัตราการรอดชีวิตและการฟักเป็นตัวเต็มวัยของด้งแมลงวันบ้านจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้

ส่วนการที่ด้งแมลงวันบ้านอายุ 2 วัน มีการฟักเป็นตัวเต็มวัยเร็วกว่าด้งแมลงวันบ้านอายุ 4 วัน อาจเนื่องมาจาก แมลงมีการเร่งพัฒนาการเพื่อหลีกเลี่ยงการอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่นเดียวกับที่เกิดในผีเสื้อบางชนิดที่ลดระยะพัฒนาการให้สั้นลง (Hallman and Denlinger, 2019) แต่การที่มีพัฒนาการเร็วเช่นนี้ไม่เป็นผลดีต่อตัวแมลง เนื่องจากแมลงที่ฟักเป็นตัวเต็มวัยมีอายุเพียง 2 วัน และตายก่อนการผสมพันธุ์ จึงไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ สอดคล้องกับการรายงานของ Ssepuyua et al. (2020) เมื่อแมลงมีพัฒนาการเร็วขึ้น มักส่งผลต่อขนาดและน้ำหนักตัวที่น้อยส่งผลให้เกิดการพัฒนาไม่สมบูรณ์ และมีอัตราการรอดชีวิตต่ำ

### ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาด้งแมลงวันบ้านเพื่อรอการเบียดของแตนเบียน *Spalangia gemina*

แตนเบียนด้งแมลงวันบ้านมีอัตราการเบียดด้งแมลงวันบ้านที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C สูงกว่าด้งแมลงวันบ้านที่เก็บด้วยอุณหภูมิ 0°C จึงมีความเป็นไปได้ว่าแตนเบียนชนิดนี้สามารถเบียดด้งแมลงวันบ้านที่ยังมีชีวิตได้ดีกว่าด้งแมลงวันบ้านที่ตายแล้ว โดยผลการศึกษาพบว่าแมลงวันบ้านที่ไม่ผ่านการเบียด เมื่อนำมารอฟัก มีเพียงด้งแมลงวันบ้านที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์เท่านั้น ที่แมลงวันบ้านยังมีการฟักเป็นตัวเต็มวัย ซึ่งอุณหภูมิ 12°C เป็นอุณหภูมิที่สูงกว่า อุณหภูมิวิกฤติ หรืออุณหภูมิขั้นต่ำที่แมลงจะเกิดพัฒนาการได้ (Lower Development Threshold หรือ base temperature) ที่แมลงวันบ้านสามารถเจริญเติบโตได้ ดังนั้นจึงมีแมลงวันบ้านที่ไม่ผ่านการเบียดบางส่วนสามารถพัฒนา

เป็นระยะตัวเต็มวัยได้ ผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Geden and Kaufman (2007) เรื่องการผลิตแตนเบียนสกุล *Spalangia* ชนิด *S. cameroni* ด้วยดักแด้แมลงวันบ้านที่ถูกฆ่าด้วยความร้อนจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 2-4 สัปดาห์ พบว่า แตนเบียน *S. cameroni* สามารถเบียนดักแด้แมลงวันบ้านที่เก็บด้วยวิธีดังกล่าวได้ต่ำกว่าดักแด้ที่ยังมีชีวิตที่เลี้ยงภายใต้สภาพอุณหภูมิห้อง ซึ่งผลการศึกษาใกล้เคียงกับการทดลองของ Ogawa et al. (2012) เมื่อนำดักแด้แมลงวันบ้านเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20°C หลังจากผ่านการฆ่าด้วยความร้อน มาใช้ในกระบวนการผลิตแตนเบียน *S. endius* พบว่าดักแด้ที่ผ่านการเก็บด้วยอุณหภูมิ -20°C มีอัตราการฟักของแตนเบียนน้อยกว่าดักแด้ที่มีชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากรายงานของ Rueda and Axtell (1987) นำดักแด้แมลงวันบ้านเก็บที่อุณหภูมิ -5°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทดสอบการเบียน พบว่าแตนเบียน *M. rapter*, *M. Zarapter*, *P. vindemmiae*, *S. endius* และ *S. cameroni* มีอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยในดักแด้ที่มีชีวิตมากกว่าดักแด้แช่แข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอัตราการตายที่เกิดขึ้นในดักแด้ที่เก็บด้วยอุณหภูมิ 12°C ภายหลังจากการให้แตนเบียนวางไข่ อาจเป็นไปได้ 2 กรณี คือ กรณีแรก แมลงวันบ้านตายเนื่องจากเก็บที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน ทำให้ไม่สามารถฟักเป็นตัวเต็มวัยได้ ในสัปดาห์ที่ 2-4 และกรณีที่ 2 คือ แตนเบียนเพศเมียใช้อวัยวะวางไข่แทงไปที่ตัวดักแด้แมลงวันบ้าน แต่ดักแด้แมลงวันบ้านมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการวางไข่ เมื่อดักแด้ถูกเจาะแล้วจึงทำให้ดักแด้ตาย และนอกจากนี้แตนเบียนตัวเมียใช้อวัยวะวางไข่แทงตัวดักแด้เพื่อกินของเหลวจากตัวดักแด้เป็นอาหารและให้พลังงานก่อนการวางไข่ (Legner and Gerling, 1967)

ดังนั้นการเก็บรักษาดักแด้แมลงวันบ้านในอุณหภูมิ 12°C สามารถชะลอพัฒนาการของดักแด้อายุ 1 วัน ให้อยู่ในระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเบียนของดักแด้แมลงวันบ้านชนิด *S. gemina* เพื่อการผลิตแตนเบียนในห้องปฏิบัติการได้อย่างน้อย 1 สัปดาห์ และมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้วิธีแช่แข็งดักแด้ในรายงานที่ผ่านมา วิธีการเก็บรักษาดักแด้แมลงวันบ้านนี้ สามารถช่วยลดการเพิ่มปริมาณแมลงในห้องปฏิบัติการลงได้

## เอกสารอ้างอิง

- จักรวาล ชมภูศรี. 2553. ชีววิทยาและการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข. บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข. 2553. ชีววิทยาและการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข. บริษัทหนังสือดีวัน จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- สิริภา แก้วคำแสน. 2556. การศึกษาชีววิทยาและประสิทธิภาพของแตนเบียน *Spalangia gimina* (Boucek) และ *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) ต่อดักแด้แมลงวันบ้าน (*Musca domestica* Linnaeus). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อุบล ตั้งควานิช. 2555. แตนเบียนดักแด้แมลงวันบ้าน ประสิทธิภาพและการนำไปใช้ควบคุมโดยชีววิธีในฟาร์มปศุสัตว์. แก่นเกษตร. 40: 379-386.
- Analytical software. 2013. Statistix10 analytical software for researchers. Analytical software. Tallahassee, FL.
- Apiwathnasorn, C. 2012. Literature review of Parasitoid of filth flies in Thailand: A list of species with brief notes on bionomic of common species. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health. 43(1): 48-54.
- Barnard, D. R., and C.J. Geden. 1993. Influence of larval density and temperature in poultry manure on development of the house fly (Diptera: Muscidae). Environmental Entomology. 22: 971-977.
- Chen, S., S. J. Fleischer, M. C. Saunders, and M. B. Thomas. 2015. The influence of diurnal temperature variation on degree-day accumulation and Insect life history. Plos One. 10(3): e0120772.
- Chiel, E., and W. Kuslitzky. 2016. Diversity and abundance of house fly pupal parasitoids in Israel, with first records of two *Spalangia* species. Environmental Entomology. 45(2): 283-91.
- Floate, K. D. 2002. Production of filth fly parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae) on fresh and on freeze-killed and stored house fly pupae. Biocontrol Science and Technology. 12(5): 595-603.

- Geden, C. J., and P. E. Kaufman. 2007. Development of *Spalangia cameroni* and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) on live house fly (Diptera: Muscidae) pupae and pupae killed by heat shock, irradiation, and cold. *Environmental Entomology*. 36(1): 34–39.
- Hallman, G. J., and D. L. Denlinger. 2019. Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management. CRC Press. New York.
- Kaufman, P. E., and C. J. Geden. 2009. Development of *Spalangia cameroni* and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) on live and freeze-killed house fly (Diptera: Muscidae) pupae. *Florida Entomologist*. 92(3): 492–496.
- Legner, E. F., and D. Gerling. 1967. Host-feeding and oviposition on *Musca domestica* by *Spalangia cameroni*, *Nasonia vitripennis*, and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) influences their longevity and fecundity. *Entomological Society of America*. 60(3): 678-91.
- Leopold, R. A., R. R. Rojas, and P. W. Atkinson. 1998. Post pupariation cold storage of 3 species of flies: increasing chilling tolerance by acclimation and recurrent recovery periods. *Cryobiology*. 36: 213-224.
- Mellanby, K. 1939. Low temperature and insect activity. The Royal Society Publishing. 127(849): 473-487.
- Morgan, P. B. 1981. The potential use of parasites to control *Musca domestica* L. and other filth breeding flies at agricultural installations in the southern United States. *Science and Education Administration*. 11: 25.
- Nevan L. G. 2000. Physiological responses of insects to heat. *Postharvest Biology and Technology*. 21: 103–111.
- Ogawa, K., K. Ito, T. Fukuda, S. I. Tebayashi, and R. Arakawa. 2012. Host suitability of house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), pupae killed by high or low temperature treatment for a parasitoid, *Spalangia endius* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Scientific World Journal*. 1: 214907.
- Roth, J. P., G. T. Fincher, and J. W. Summerlin. 1991. Suitability of irradiated or freeze-killed horn by (Diptera: Muscidae) pupae as hosts for hymenopterous parasitoids. *Economic Entomology*. 84: 94-98.
- Rueda, L. M., and R. C. Axtell. 1987. Reproduction of Pteromalidae (Hymenoptera) parasitic on fresh and frozen house fly (*Musca domestica* Linn.) pupae. *Philippine Journal of Science*. 116: 313-326.
- Shahzad, A. N., B. Aslam, G. L. Abdul, W. S. Abdul, H. N. Riaz, and A. C. Waqar. 2016. Effect of lowest temperatures on storage of pupal parasitoid, *Dirhinus giffardii*. *Science international*. 28(5): 4756-4762.
- Sanchez-Arroyo, H., and J. L. Capinera. 2017. common name: house fly. Available: [https://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/flies/house\\_fly.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/flies/house_fly.htm). Accessed Jul. 10, 2021.
- Stejskal, V., O. T. Vendl, Z. Li, and R. Aulicky. 2019. Minimal thermal requirements for development and activity of stored product and food industry pests (Acari, Coleoptera, Lepidoptera, Psocoptera, Diptera and Blattodea): A Review. *Insect*. 10(5): 149.
- Ssepuyua, G., D. Nakimbugwe, A. D. Winne, R. Smets, J. Claes, and M. V. D. Borgh. 2020. Effect of heat processing on the nutrient composition, colour, and volatile odour compounds of the long-horned grasshopper *Ruspolia differens servile*. *National Library of Medicine*. 129: 108831.
- Skovgard, H., and G. Nachman. 2004. Biological control of house flies *Musca domestica* and stable flies *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) by means of inundative releases of *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Environmental Entomology*. 94(6): 555-67.
- Wang, Y., L. Yang, Y. Zhang, L. Tao, and J. Wang. 2018. Development of *Musca domestica* at constant temperatures and the first case report of its application for estimating the minimum postmortem interval. *Forensic Science International*. 285: 172-18.