ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อชีววิทยาและนิเวศวิทยาของแตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum*

Study the Effect of Temperature on Biology and Ecology of *Trichogramma confusum*

นงนุช ช่างสี รจนา ไวยเจริญ ณัฏฐิณี ศิริมาจันทร์ พัชรีวรรณ จงจิตเมตต์
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักพืช

รายงานความก้าวหน้า

จากผลการทดลอง พบว่า วงจรชีวิตของแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมาจะสั้นมากที่สุดที่ 35 องศาเซลเซียส โดยมีวงจรชีวิต 6-7 วัน และมีค่าเฉลี่ยที่ 6.47-6.73 วัน ซึ่งการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน แล้วนำมาเลี้ยงต่อที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 24.4-36.13 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 30.80 องศาเซลเซียส) มีวงจรชีวิตที่สั้นที่สุด และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีวงจรชีวิตยาวที่สุด เป็นเวลา 6-9 วัน และมีค่าเฉลี่ยที่ 6.85-7.00 วัน เมื่อเลี้ยงที่ระยะเวลาต่างกัน และการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37 และ 39 องศาเซียส เป็นเวลา 1-3 วัน สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ แต่มีวงจรชีวิตที่ยืดยาวออกไปมากกว่าการเลี้ยงที่อุณหภูมิห้องปกติที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ แสดงให้เห็นว่าเมื่อตัวอ่อนต้องเจริญเติบโตในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงติดต่อกันหลายวัน จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนมากขึ้น โดยทำให้มีพัฒนาการที่ไม่ปกติ ต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาการจนออกเป็นตัวเต็มวัยนานมากขึ้น และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการเบียนของพ่อแม่พันธุ์ 95% และแตนเบียนรุ่นที่ 1 อัตราการเบียน 93% และมีอัตราการเบียนลดลงในแตนเบียนที่มีอายุวันที่เพิ่มขึ้นในอุณภูมิต่างๆ และที่อุณหภูมิ 37 และ 39 องศาเซลเซียส แตนเบียนไข่รุ่นที่ 1 ไม่พบอัตราการเบียนเนื่องจากไม่พบการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย และพบอัตราการออกเป็นตัวเต็มวัยในแตนเบียนเบียนไข่รุ่นที่ 1 จากพ่อแม่พันธุ์แตนเบียนไข่อายุ 2 วัน มากที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และอายุแตนเบียนไข่ตัวเต็มวัยมีผลต่อประสิทธิภาพการเบียนและการออกเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนรุ่นถัดไป

รหัสการทดลอง 03-30-60-01-02-01-02-60

คำนำ

แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. เป็นแตนเบียนที่มีความสำคัญ สามารถเข้าทำลายไข่ของแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกผีเสื้อและมวน เช่น หนอนกอ อ้อย หนอนกอข้าว หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด และมวนเขียวข้าว เป็นต้น มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดสูง 70-90% ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสารฆ่าแมลงได้มาก อีกทั้งไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมและตัวเกษตรกร แมลงศัตรูพืชไม่สามารถสร้างความต้านทาน สามารถนำไปใช้คล้ายกับสารฆ่าแมลงคือ ปลดปล่อยเพื่อควบคุมในช่วงที่มีการระบาดของศัตรูพืช อุณหภูมิเป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญ ที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตแมลงซึ่งเป็นสัตว์เลือดเย็นในหลายด้าน อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงมากสามารถทำลายคุณลักษณะที่เหมาะสมบางอย่างของแมลงได้ ยกตัวอย่างเช่น วงจรชีวิต และอัตราการเจริญเติบโตของแมลงแต่ละชนิด จะขึ้นกับพันธุกรรมและสรีรวิทยา อีกทั้งยังขึ้นกับสภาพแวดล้อม ซึ่งอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด (Rinehart *et al*., 2000; Nagahara *et al*., 2000) ในปัจจุบันจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากอุณหภูมิโลก ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่สุด ที่จะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของแมลง ทั้งนี้ศัตรูพืชและแมลงศัตรูธรรมชาติชนิดต่างๆ อาจได้รับผลกระทบต่อชีววิทยาและนิเวศวิทยา ซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อพฤติกรรม วงจรชีวิต การแพร่กระจาย ความมีชีวิตรอด และการขยายพันธุ์ (Petzoldt and Seaman, online) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลง ซึ่งหากเกิดกับศัตรูพืชหรือแมลงศัตรูธรรมชาติ จะนำไปสู่การระบาดของแมลงที่รุนแรงกว่าเดิมหรือน้อยกว่าเดิม และไปมีผลต่อการควบคุมแมลงศัตรูพืชตามธรรมชาติหรือการป้องกันกำจัดโดยชีววิธี เช่น การปล่อยแตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* เพื่อป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยในอ้อย ซึ่งจะต้องปรับวิธีการและระยะเวลาให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ให้สอดคล้องกันระหว่างศัตรูพืชกับแมลงศัตรูธรรมชาติ ซึ่งข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาเบื้องต้นของแมลงศัตรูธรรมชาติที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น เป็นข้อมูลที่จำเป็น และมีประโยชน์ในการผลิตขยายแตนเบียนไข่ *T. confusum* เพื่อใช้ในโปรแกรมการป้องกันกำจัดโดยชีววิธีและพยากรณ์การขยายพันธุ์ในธรรมชาติ ซึ่งจะสามารถนำไปปรับใช้กับแนวทางควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) แตนเบียนไข่ *Trichogramm confusum*
2) วัสดุเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร เช่น รำข้าว น้ำตาลทราย และปลายข้าวสาร
3) อุปกรณ์สำหรับเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร เช่น กล่องพลาสติก แปรงทาสี
4) วัสดุอุปกรณ์เลี้ยงแตนเบียนไข่ เช่น กระดาษ กาวน้ำ แปรงทาสี น้ำผึ้ง
5) เครื่องวัดอุณหภูมิ-ความชื้น (Thermo hygrometer)
6) ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
7) อุปกรณ์ใช้สำหรับทดสอบ เช่น กล่องพลาสติก ปากคีบ หลอดทดลอง ยางรัด ผ้าขาวบาง

วิธีการ

1. ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ระยะเวลาต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่

ทำการทดลองที่อุณหภูมิต่างๆ 5 ระดับ ได้แก่ 25, 30, 35, 37 และ 39°C วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 6 กรรมวิธี จำนวน 2 หลอดต่อหน่วยทดลอง ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ระยะเวลา 0 วัน (เลี้ยงปกติที่อุณภูมิห้อง)
กรรมวิธีที่ 2 ระยะเวลา 1 วัน
กรรมวิธีที่ 3 ระยะเวลา 2 วัน
กรรมวิธีที่ 4 ระยะเวลา 3 วัน
กรรมวิธีที่ 5 ระยะเวลา 4 วัน
กรรมวิธีที่ 6 ระยะเวลา 5 วัน

เลี้ยงแตนเบียนไข่ *T. confusum* และผีเสื้อข้าวสารในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ไข่ของผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* (Stainton) เป็นแมลงอาศัยของแตนเบียนไข่

เตรียมแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร โดยนำกระดาษมาขีดตารางเป็นช่องขนาด 4 x 18 มิลลิเมตร ทากาวน้ำให้ทั่ว จากนั้นนำไข่ของผีเสื้อข้าวสารใส่ในตะแกรงโรยลงบนกระดาษให้ทั่วและสม่ำเสมอ (1 ช่อง จะมีไข่ประมาณ 100 ฟอง) นำไปผ่านแสง ultraviolet นานประมาณ 15 นาที เพื่อไม่ให้ไข่สามารถฟักเป็นตัวหนอนได้ ตัดแยกแต่ละช่องออกเป็นแผ่น

เตรียมแตนเบียนไข่ *T. confusum* ให้ออกเป็นเป็นตัวเต็มวัยใส่ในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร จำนวน 48 หลอด ใส่สำลีชุบน้ำผึ้ง 20% ไว้เพื่อเป็นอาหารของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ โดยใช้พ่อแม่พันธุ์แตนเบียนไข่ ต่อ ไข่หนอนผีเสื้อข้าวสาร ในอัตรา 1 ต่อ 5 ใส่แผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่เตรียมไว้หลอดละ 1 แผ่น ปิดด้วยผ้าขาวบาง จำนวนทั้งหมด 48 หลอด นำไปใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ตู้ละ 10 หลอด ตามระยะเวลาที่กำหนด คือ เลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิที่กำหนดเป็นเวลานาน 1 2 3 4 และ 5 วัน เมื่อครบกำหนดเอาออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ มาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จำนวน 2 หลอดต่อหน่วยทดลอง ย้ายแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารไปใส่หลอดทดลองหลอดใหม่ ตรวจดูการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของไข่ผีเสื้อข้าวสารทุกวัน หากถูกเบียนและมีแตนเบียนไข่เจริญเติบโตอยู่ภายในไข่จะเปลี่ยนเป็นสีดำ จนกว่าแตนเบียนไข่ *T. confusum* จะออกเป็นตัวเต็มวัย ใส่แผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารแผ่นใหม่เข้าไป เพื่อให้แตนเบียนที่ออกมาวางไข่ ตรวจนับ จำนวนแตนเบียนไข่ที่ได้ จำนวนตัวตาย อัตราการเบียน อัตราการออกเป็นตัวเต็มวัยของรุ่นต่อไป และจำแนกเพศ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผล และทำแผนภูมิอัตราการเจริญเติบโต

การบันทึกข้อมูล: ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของไข่ผีเสื้อข้าวสาร, วงจรชีวิต อายุขัย, จำนวนไข่ทั้งหมด, จำนวนไข่ที่ถูกเบียนของแต่ละรุ่น, จำนวนแตนเบียนไข่ที่ออกเป็นตัวเต็มวัย, จำนวนตัวแต่ละเพศของแต่ละรุ่น

2. ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อตัวอ่อนแตนเบียนไข่ในอายุต่าง ๆ

โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิต่างๆ 5 ระดับ ได้แก่ 25, 30, 35, 37 และ 39°C วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 7 กรรมวิธี จำนวน 2 หลอดต่อหน่วยทดลอง ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 แตนเบียนไข่อายุ 0 วัน (เลี้ยงปกติที่อุณภูมิห้อง)
กรรมวิธีที่ 2 แตนเบียนไข่อายุ 1 วัน
กรรมวิธีที่ 3 แตนเบียนไข่อายุ 2 วัน
กรรมวิธีที่ 4 แตนเบียนไข่อายุ 3 วัน
กรรมวิธีที่ 5 แตนเบียนไข่อายุ 4 วัน
กรรมวิธีที่ 6 แตนเบียนไข่อายุ 5 วัน

กรรมวิธีที่ 7 แตนเบียนไข่อายุ 6 วัน

เลี้ยงแตนเบียนไข่ *T. confusum* และผีเสื้อข้าวสารในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ไข่ของผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* (Stainton) เป็นแมลงอาศัยของแตนเบียนไข่

เลี้ยงแตนเบียนไข่ *T. confusum* ให้ได้แตนเบียนไข่อายุ 1-6 วัน นับหลังจากเริ่มให้พ่อแม่พันธุ์วางไข่บนผีเสื้อข้าวสารพร้อมกันในวันที่เริ่มทดลอง โดยนำกระดาษมาขีดตารางเป็นช่องขนาด 4x18 มิลลิเมตร ทากาวน้ำให้ทั่ว จากนั้นนำไข่ของผีเสื้อข้าวสารใส่ในตะแกรงโรยลงบนกระดาษให้ทั่วและสม่ำเสมอ (1 ช่อง จะมีไข่ประมาณ 100 ฟอง) นำไปผ่านแสง ultraviolet นานประมาณ 15 นาที เพื่อไม่ให้ไข่สามารถฟักเป็นตัวหนอนได้ ตัดแยกแต่ละช่องออกเป็นแผ่น ใส่ในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร แต่ละหลอด ให้ *T. confusum* เบียนแล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องให้ได้อายุตามที่กำหนด แล้วแยกแต่ละอายุใส่หลอดทดลอง หลอดละ 1 แผ่น อายุละ 8 หลอด จำนวน 2 หลอด ต่อหน่วยทดลองใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เลี้ยงจนกระทั่งออกเป็นตัวเต็มวัย แล้วใส่ไข่ผีเสื้อข้าวสารเพื่อให้แตนเบียนวางไข่ ตรวจนับ จำนวนแตนเบียนไข่ที่ได้ จำนวนตัวตาย อัตราการเบียน อัตราการออกเป็นตัวเต็มวัยของรุ่นต่อไป และจำแนกเพศ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การบันทึกข้อมูล: อายุแตนเบียนไข่ ระยะเวลาที่ออกเป็นแตนเบียน จำนวนแตนเบียนไข่ที่ออกเป็นตัวเต็มวัย จำนวนไข่ทั้งหมด จำนวนไข่ที่ถูกเบียน จำนวนตัวแต่ละเพศ

เวลาและสถานที่ : ตุลาคม 2559 – กันยายน 2561

: ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของอุณหภูมิที่ระยะเวลาต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่

จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อเลี้ยงแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมาที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีผลต่อวงจรชีวิตของแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา วงจรชีวิตจะสั้นมากที่สุดที่ 35 องศาเซลเซียส โดยมีวงจรชีวิต 6-7 วัน และมีค่าเฉลี่ยที่ 6.47-6.73 วัน เมื่อเลี้ยงที่ระยะเวลาต่างกัน ซึ่งการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน แล้วนำมาเลี้ยงต่อที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 24.4-36.13 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 30.80 องศาเซลเซียส) มีวงจรชีวิตที่สั้นที่สุด และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีวงจรชีวิตยาวที่สุด เป็นเวลา 6-9 วัน และมีค่าเฉลี่ยที่ 6.85-7.00 วัน เมื่อเลี้ยงที่ระยะเวลาต่างกัน

ที่อุณหภูมิ 37 และ 39 องศาเซลเซียส แตนเบียนทั้งหมดเกือบไม่สามารถมีพัฒนาการเจริญเติบโตจนเป็นตัวเต็มวัย จากกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ที่สามารถมีพัฒนาการจนกระทั่งออกเป็นตัวเต็มวัยได้ แต่มีวงจรชีวิตที่ยืดยาวออกไปมากกว่าการเลี้ยงที่อุณหภูมิห้องปกติที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ แสดงให้เห็นว่า เมื่อตัวอ่อนต้องเจริญเติบโตในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงติดต่อกันหลายวัน จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนมากขึ้น โดยทำให้มีพัฒนาการที่ไม่ปกติ ต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาการจนออกเป็นตัวเต็มวัยนานมากขึ้น

ผลของอุณหภูมิที่มีต่อตัวอ่อนแตนเบียนไข่ในอายุต่างๆ

จากผลการทดลอง พบว่า มีอัตรการเบียนสูงที่สุดในแตนเบียนไข่อายุ 2 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการเบียนของพ่อแม่พันธุ์ 95% และแตนเบียนรุ่นที่ 1 อัตราการเบียน 93% และมีอัตราการเบียนลดลงในแตนเบียนที่มีอายุวันที่เพิ่มขึ้นในอุณภูมิต่างๆ และที่อุณหภูมิ 37 และ 39 องศาเซลเซียส แตนเบียนไข่รุ่นที่ 1 ไม่พบอัตราการเบียนเนื่องจากไม่พบการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย ดังตารางที่ 2 และพบอัตราการออกเป็นตัวเต็มวัยในแตนเบียนเบียนไข่รุ่นที่ 1 จากพ่อแม่พันธุ์แตนเบียนไข่อายุ 2 วัน มากที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 37 และ 39 องศาเซลเซียส ไม่พบอัตราการเบียนเนื่องจากไม่พบการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย ดังตารางที่ 3

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการทดลองผลของอุณหภูมิที่ระยะเวลาต่างๆ ต่อชีววิทยาและนิเวศวิทยาของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ ทำการทดลองที่อุณหภูมิต่าง ๆ 5 ระดับ ได้แก่ 25, 30, 35, 37 และ 39 องศาเซลเซียส จากการตรวจผลและบันทึกผลการทดลองเบื้องต้นพบว่า ที่อุณหภูมิที่ 37 และ 39 องศาเซลเซียส แตนเบียนทั้งหมดเกือบไม่สามารถมีพัฒนาการเจริญเติบโตจนเป็นตัวเต็มวัย มีเพียงแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมาที่เลี้ยงในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 เท่านั้นที่สามารถมีพัฒนาการจนกระทั่งออกเป็นตัวเต็มวัยได้ในอัตราที่ต่ำ แต่มีวงจรชีวิตที่ยืดยาวออกไปมากกว่าการเลี้ยงที่อุณหภูมิห้องปกติที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อตัวอ่อนต้องเจริญเติบโตในสภาพที่ยิ่งมีอุณหภูมิสูงติดต่อกันหลายวัน จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนมากขึ้น โดยทำให้มีพัฒนาการที่ไม่ปกติ ต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาการจนออกเป็นตัวเต็มวัยนานมากขึ้น และอายุแตนเบียนไข่ตัวเต็มวัยมีผลต่อประสิทธิภาพการเบียนและการออกเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนรุ่นถัดไป

เอกสารอ้างอิง

รจนา ไวยเจริญ อัมพร วิโนทัย และประภัสสร เชยคำแหง. 2555. ทดสอบผลของสารป้องกันกาจัดศัตรูอ้อยต่อแตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum*. หน้า 1319-1330. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Nagahara, Y., T. Hiraoka and K. Iwabuchi. 2000. Growth-promoting effects of ecdysteroids and juvenile hormone on in vitro development of the larval endoparasitoid, *Venturia canescens* (Hymenoptera: Icheneumonidae). *J. Ins. Physio*. 46: 467-476.

Petzoldt, C. Climate Change Effect on Insects and Pathogens. *In* Climate Change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses. [Online]. Available. http://umaine.edu/oxford/files/2012/01/III.2Insects.Pathogens1.pdf (February 12, 2014)

Rinehart, J.P., G.D. Yocum and D.L. Delinger. 2000. Thermotolerance and rapid cold hardening ameliorate the negative effects of brief exposures to high or low temperatures on fecundity in the flesh fly, *Sarcophage crassipalpis*. *Physio. Entomol*. 25: 300-336.

Thomsona, L.J., S. Macfadyenb and A. Hoffmanna. 2010. Predicting the effects of climate change on natural enemies of agriculture pests. *Biological Control* 52 (3): 296-306.

Surakarn, R. 1997. Biological Studies of Some Chironomids (Diptera: Chironomidae) Dwelling in Paddy Fields. Doctoral Dissertation, Tottori University, Japan. 146 pp.

ตารางที่ 1 วงจรชีวิตของแตนเบียนไข่ในแต่ละอุณภูมิ

กรรมวิธี / อุณหภูมิ (°C)	วงจรชีวิต (วัน)									
	ต่ำสุด -สูงสุด					ค่าเฉลี่ย				
	25	30	35	37	39	25	30	35	37	39
1. เลี้ยงที่อุณหภูมิที่กำหนด 1 วัน	6-7	6-7	6-7	9-10	6-9	6.85	6.52	6.71	9.05	7.53
2. เลี้ยงที่อุณหภูมิที่กำหนด 2 วัน	6-7	6-7	6-7	8-9	7-10	7.00	6.59	6.47	8.12	8.22
3. เลี้ยงที่อุณหภูมิที่กำหนด 3 วัน	7	6-7	6-7	7-8	-	7.00	6.62	6.54	7.07	-
4. เลี้ยงที่อุณหภูมิที่กำหนด 4 วัน	7	6-7	6-7	-	-	7.00	6.84	6.51	-	-
5. เลี้ยงที่อุณหภูมิที่กำหนด 5 วัน	6-9	6-7	6-7	-	-	7.00	6.88	6.73	-	-
6. เลี้ยงปกติที่อุณหภูมิห้อง	7	7	7	7	7	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00

ตารางที่ 2 อัตราการเบียนของแตนเบียนไข่แต่ละอุณหภูมิที่มีต่อตัวอ่อนแตนเบียนไข่ในอายุต่าง ๆ

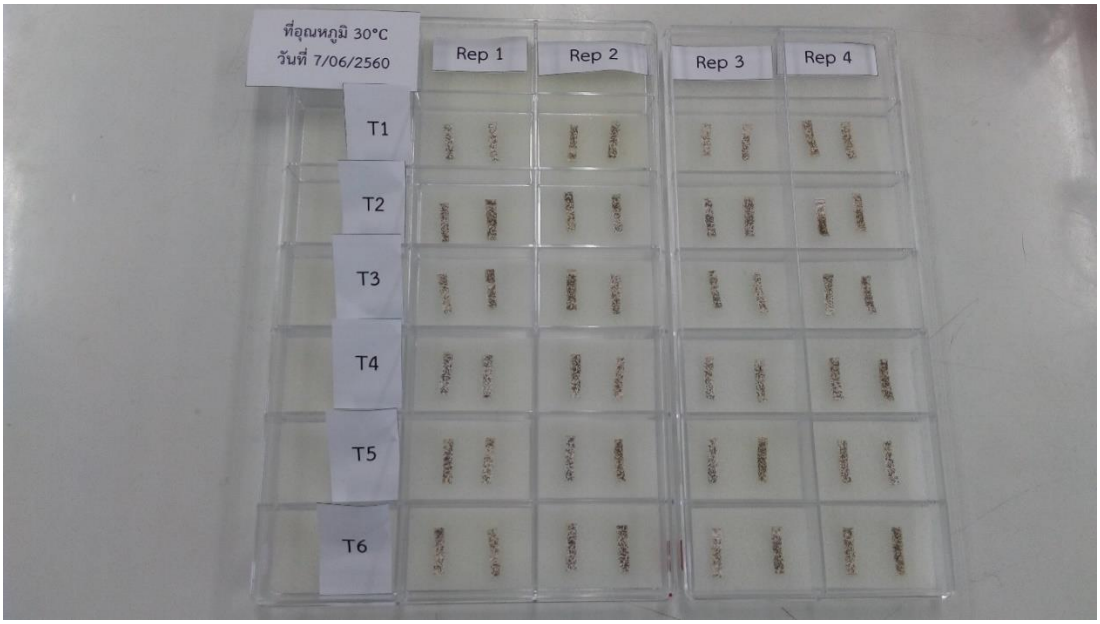
กรรมวิธี / อุณหภูมิ (°C)	อัตราการเบียนของแตนเบียนไข่ (%)									
	พ่อแม่พันธุ์					รุ่น F1				
	25	30	35	37	39	25	30	35	37	39
1. แตนเบียนไข่อายุ 0 วัน	74	79	81	75	69	81	72	16	0	0
2. แตนเบียนไข่อายุ 1 วัน	82	62	74	59	83	83	61	24	0	0
3. แตนเบียนไข่อายุ 2 วัน	91	95	89	78	41	89	93	39	0	0
4. แตนเบียนไข่อายุ 3 วัน	83	81	72	52	22	72	81	44	0	0
5. แตนเบียนไข่อายุ 4 วัน	51	55	41	37	17	74	78	33	0	0
6. แตนเบียนไข่อายุ 5 วัน	55	61	38	31	22	69	71	29	0	0
6. แตนเบียนไข่อายุ 6 วัน	43	52	41	33	17	75	78	36	0	0

ตารางที่ 3 อัตราการออกเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนรุ่นที่ 1 ในแต่ละอุณหภูมิ

กรรมวิธี / อุณหภูมิ (°C)	อัตราการออกเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนรุ่นที่ 1 (%)				
	25	30	35	37	39
1. แตนเบียนไข่อายุ 0 วัน	72	81	88	0	0
2. แตนเบียนไข่อายุ 1 วัน	74	78	82	0	0
3. แตนเบียนไข่อายุ 2 วัน	83	87	84	0	0
4. แตนเบียนไข่อายุ 3 วัน	69	71	59	0	0
5. แตนเบียนไข่อายุ 4 วัน	62	78	44	0	0
6. แตนเบียนไข่อายุ 5 วัน	63	70	48	0	0
6. แตนเบียนไข่อายุ 6 วัน	52	54	33	0	0

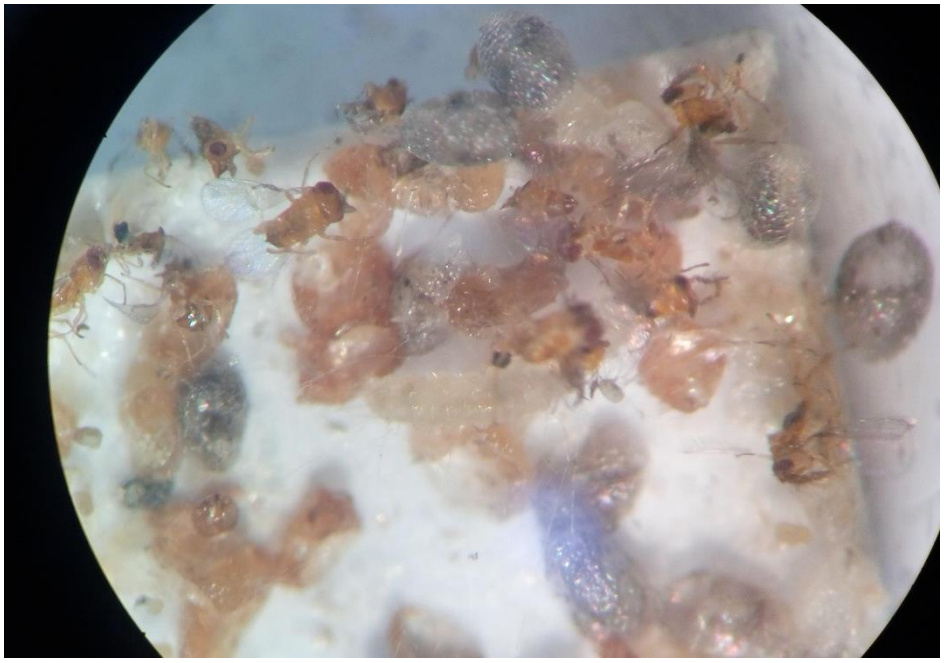
ภาพที่ 1 ลักษณะแตนเบียนไข่ที่ทำการทดลองในตู้ควบคุมอุณหภูมิ

ภาพที่ 2 ลักษณะแตนเบียนไข่ที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้องปกติ



ภาพที่ 3 การวางเปรียบเทียบเพื่อตรวจนับจำนวนไข่ที่ถูกเบียนที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ภาพที่ 4 ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ถูกเบียนและออกเป็นตัวเต็มวัยที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 5 ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ที่ตายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ