ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่ และแตนเบียนหนอนกออ้อยเชิงอุตสาหกรรม และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต

Industrial production development of egg parasitoid and larval parasitoid of sugarcane borers and transferring its technology

โดย

1. รศ. ดร. นุชรีย์ ศิริ
2. ผศ. ดร. ทัศนีย์ แจ่มจรรยา

สิงหาคม 2561

"งานวิจัยยังไม่สมบูรณ์ โปรดอย่านำไปใช้อ้างอิง"

ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่ และแตนเบียนหนอนกออ้อยเชิงอุตสาหกรรม และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต

Industrial production development of egg parasitoid and larval parasitoid of sugarcane borers and transferring its technology

โดย

1. รศ. ดร. นุชรีย์ ศิริ

2. ผศ. ดร. ทัศนีย์ แจ่มจรรยา

สิงหาคม 2561

"งานวิจัยยังไม่สมบูรณ์ โปรดอย่านำไปใช้อ้างอิง"

สัญญาเลขที่ RDG60T0178

ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่ และแตนเบียนหนอนกออ้อยเชิงอุตสาหกรรม และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต

Industrial production development of egg parasitoid and larval parasitoid of sugarcane borers and transferring its technology

โดย

1. **รศ. ดร. นุชรีย์ ศิริ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**
2. **ผศ. ดร. ทัศนีย์ แจ่มจรรยา ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์ฯ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**

สิงหาคม 2561

“งานวิจัยยังไม่สมบูรณ์ โปรดอย่านำไปใช้อ้างอิง”

บทสรุปย่อสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

1. ความเป็นมาและปัญหาในการวิจัย

ปัจจุบันหน่วยงานที่มีการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* สำหรับแจกจ่ายเกษตรกรคือ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร โรงงานน้ำตาลบางแห่ง แต่หน่วยงานเหล่านี้ยังไม่สามารถผลิตแตนเบียนในเชิงอุตสาหกรรมได้ เนื่องจากยังใช้แรงงานมากในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งการเพาะเลี้ยงมีการปฏิบัติหลายขั้นตอนทำให้ไม่สามารถขยายกำลังการผลิตได้ โดยเฉพาะช่วงการเก็บเกี่ยวไข่ผีเสื้อข้าวสารที่มีการปนเปื้อนของเกล็ดปีกผีเสื้อข้าวสาร จึงควรมีการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบในการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร เพื่อการผลิตแตนเบียนไข่ได้ง่ายและมากขึ้น และยังไม่สามารถเก็บรักษาแมลงอาศัยและแตนเบียนเพื่อให้แตนเบียนมี shelf life นานขึ้น จึงต้องศึกษาวิธีการเก็บรักษาแตนเบียนและแมลงอาศัย การพัฒนาการผลิตแตนเบียนทั้งระบบ ทั้งขั้นตอนการผลิต และวิธีการเก็บรักษา จะทำให้หน่วยผลิตสามารถผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมได้ และยังสามารถประเมินปริมาณการผลิตแตนเบียนในรอบปีได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ตอบสนองการผลิตพืชอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน และเป็นรูปธรรมมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาระบบการเก็บเกี่ยวผลผลิตแมลงอาศัยและแตนเบียนสำหรับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม

2.2 เพื่อศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาแตนเบียน

2.3 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมแก่หน่วยงานผลิตแตนเบียนในประเทศไทย

3. ขอบเขตการวิจัย

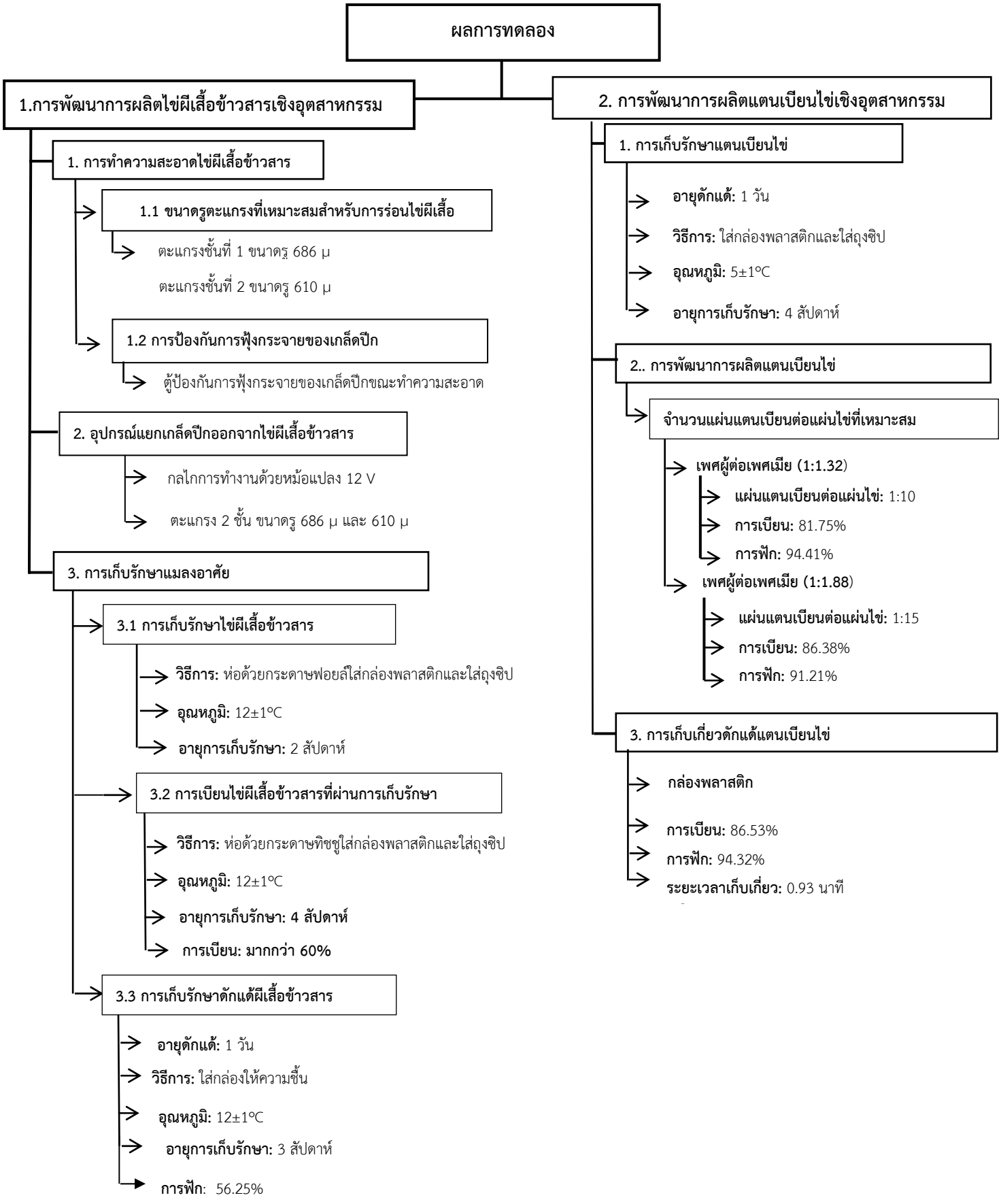
การผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมให้มีปริมาณแตนเบียนเพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ตามความต้องการของเกษตรกร และเพียงพอต่อพื้นที่การปลูกด้วยการพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ไข่ผีเสื้อข้าวสาร, หนอนกอสีชมพู, แตนเบียน) และวิธีการเก็บรักษาแตนเบียน ไข่ผีเสื้อข้าวสารและดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร เพื่อยืดอายุการใช้งานแตนเบียน

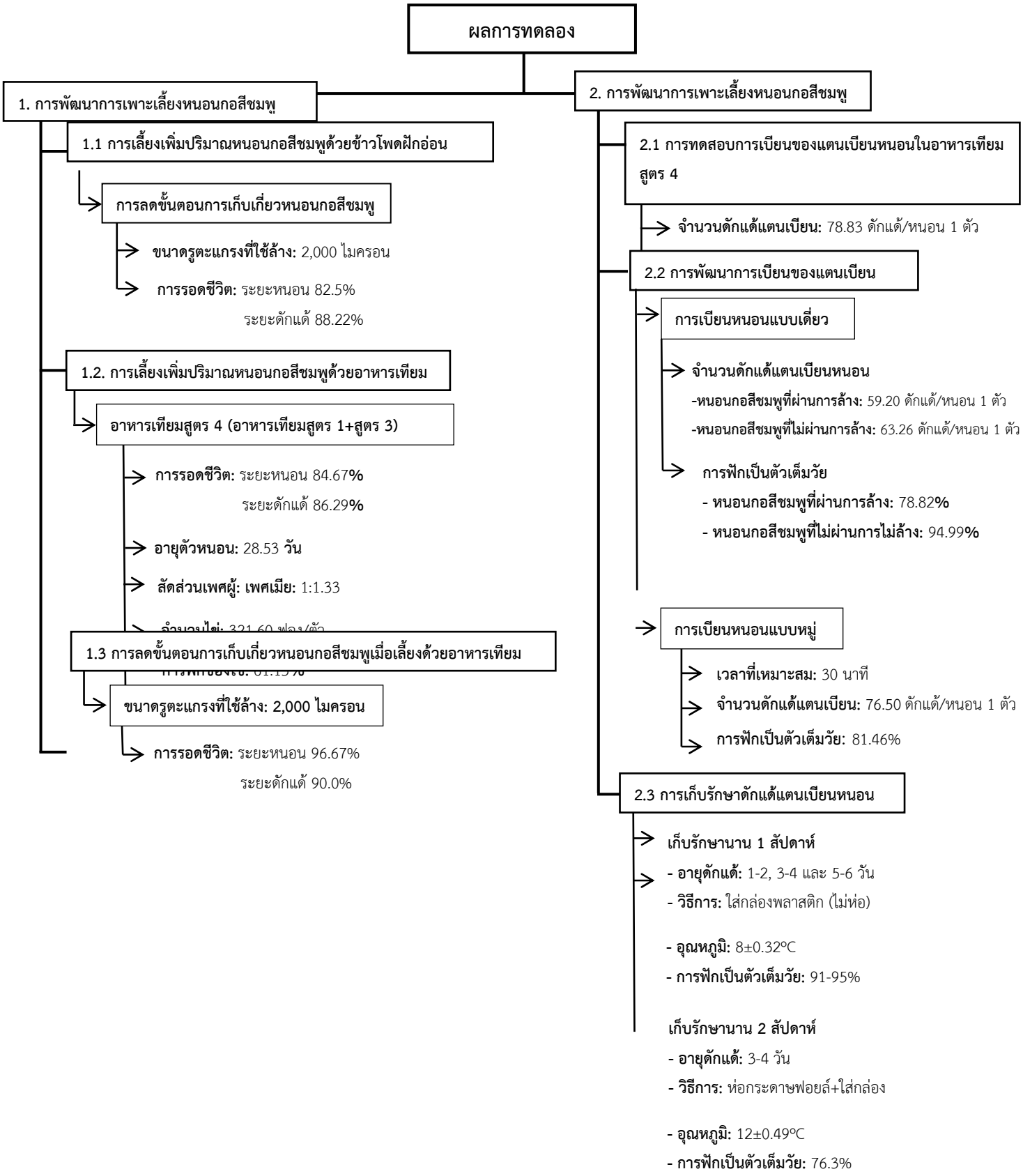
4. ผลการวิจัย

ดังแสดงในแผนภาพหน้า ข และ ค

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่หน่วยงานอื่น

โครงการได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีเทคนิคการพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่ และแตนเบียนหนอน ผ่านการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่หน่วยงานต่างๆ จำนวน 41 หน่วยงาน ได้แก่มหาวิทยาลัย 3 แห่ง, หน่วยงานสังกัดกรมส่งเสริมการเกษตร 3 แห่ง, สำนักงานเกษตรอำเภอและจังหวัดขอนแก่น 10 แห่ง, ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช 7 แห่ง, ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ 2 แห่ง, โรงงานน้ำตาลทั่วประเทศ 16 แห่ง, สมาคมชาวไร่อ้อย 1 แห่ง และบริษัทสารเคมี 1 แห่ง การอบรมแบ่งเป็น 2 รุ่น รวมผู้เข้าอบรมจำนวน 102 คน


ผลการทดลอง
1.การพัฒนาการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารเชิงอุตสาหกรรม
1. การทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร
1.1 ขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสมสำหรับการร่อนไข่ผีเสื้อ
ตะแกรงชั้นที่ 1 ขนาดรู 686 µ
ตะแกรงชั้นที่ 2 ขนาดรู 610 µ
1.2 การป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีก
ตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกขณะทำความสะอาด
2. อุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร
กลไกการทำงานด้วยหม้อแปลง 12 V
ตะแกรง 2 ชั้น ขนาดรู 686 µ และ 610 µ
3. การเก็บรักษาแมลงอาศัย
3.1 การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร
วิธีการ: ห่อด้วยกระดาษฟอยล์ใส่กล่องพลาสติกและใส่ถุงซิป
อุณหภูมิ: 12±1°C
อายุการเก็บรักษา: 2 สัปดาห์
3.2 การเบียนไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษา
วิธีการ: ห่อด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและใส่ถุงซิป
อุณหภูมิ: 12±1°C
อายุการเก็บรักษา: 4 สัปดาห์
การเบียน: มากกว่า 60%
3.3 การเก็บรักษาดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร
อายุดักแด้: 1 วัน
วิธีการ: ใส่กล่องให้ความชื้น
อุณหภูมิ: 12±1°C
อายุการเก็บรักษา: 3 สัปดาห์
การฟัก: 56.25%
2. การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่เชิงอุตสาหกรรม
1. การเก็บรักษาแตนเบียนไข่
อายุดักแด้: 1 วัน
วิธีการ: ใส่กล่องพลาสติกและใส่ถุงซิป
อุณหภูมิ: 5±1°C
อายุการเก็บรักษา: 4 สัปดาห์
2.. การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่
จำนวนแผ่นแตนเบียนต่อแผ่นไข่ที่เหมาะสม
เพศผู้ต่อเพศเมีย (1:1.32)
แผ่นแตนเบียนต่อแผ่นไข่: 1:10
การเบียน: 81.75%
การฟัก: 94.41%
เพศผู้ต่อเพศเมีย (1:1.88)
แผ่นแตนเบียนต่อแผ่นไข่: 1:15
การเบียน: 86.38%
การฟัก: 91.21%
3. การเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่
กล่องพลาสติก
การเบียน: 86.53%
การฟัก: 94.32%
ระยะเวลาเก็บเกี่ยว: 0.93 นาที


ผลการทดลอง
1. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู
1.1 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อน
การลดขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหนอนกอสีชมพู
ขนาดรูตะแกรงที่ใช้ล้าง: 2,000 ไมครอน
การรอดชีวิต: ระยะหนอน 82.5%
ระยะดักแด้ 88.22%
1.2. การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียม
อาหารเทียมสูตร 4 (อาหารเทียมสูตร 1+สูตร 3)
การรอดชีวิต: ระยะหนอน 84.67%
ระยะดักแด้ 86.29%
อายุตัวหนอน: 28.53 วัน
สัดส่วนเพศผู้: เพศเมีย: 1:1.33
1.3 การลดขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหนอนกอสีชมพูเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารเทียม
ขนาดรูตะแกรงที่ใช้ล้าง: 2,000 ไมครอน
การรอดชีวิต: ระยะหนอน 96.67%
ระยะดักแด้ 90.0%
2. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู
2.1 การทดสอบการเบียนของแตนเบียนหนอนในอาหารเทียมสูตร 4
จำนวนดักแด้แตนเบียน: 78.83 ดักแด้/หนอน 1 ตัว
2.2 การพัฒนาการเบียนของแตนเบียน
การเบียนหนอนแบบเดี่ยว
จำนวนดักแด้แตนเบียนหนอน
-หนอนกอสีชมพูที่ผ่านการล้าง: 59.20 ดักแด้/หนอน 1 ตัว
-หนอนกอสีชมพูที่ไม่ผ่านการล้าง: 63.26 ดักแด้/หนอน 1 ตัว
การฟักเป็นตัวเต็มวัย
- หนอนกอสีชมพูที่ผ่านการล้าง: 78.82%
- หนอนกอสีชมพูที่ไม่ผ่านการไม่ล้าง: 94.99%
การเบียนหนอนแบบหมู่
เวลาที่เหมาะสม: 30 นาที
จำนวนดักแด้แตนเบียน: 76.50 ดักแด้/หนอน 1 ตัว
การฟักเป็นตัวเต็มวัย: 81.46%
2.3 การเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอน
เก็บรักษานาน 1 สัปดาห์
- อายุดักแด้: 1-2, 3-4 และ 5-6 วัน
- วิธีการ: ใส่กล่องพลาสติก (ไม่ห่อ)
- อุณหภูมิ: 8±0.32°C
- การฟักเป็นตัวเต็มวัย: 91-95%
เก็บรักษานาน 2 สัปดาห์
- อายุดักแด้: 3-4 วัน
- วิธีการ: ห่อกระดาษฟอยล์+ใส่กล่อง
- อุณหภูมิ: 12±0.49°C
- การฟักเป็นตัวเต็มวัย: 76.3%

บทคัดย่อ

แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่ใช้ความคุมหนอนกออ้อยซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของอ้อย การพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงและการเก็บรักษาแมลงอาศัยจึงมีความสำคัญต่อการผลิตแตนเบียนทั้ง 2 ชนิด และเพื่อการควบคุมโดยชีววิธี ระบบการผลิตประกอบด้วย 2 หน่วยย่อย คือ หน่วยเพาะเลี้ยงแมลงอาศัย ได้แก่ ผีเสื้อข้าวสาร, *Corcyra cephalonica* และหนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* เพื่อนำมาผลิตในหน่วยเพาะเลี้ยงแตนเบียนทั้ง 2 ชนิด ในปี 2559 สามารถพัฒนาสภาพที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร (ขนาดกล่องเลี้ยงระยะหนอน, ขนาดถุงวางไข่ และอุณหภูมิในห้องเลี้ยง) อย่างไรก็ตาม ยังคงมีปัญหาการปนเปื้อนของเกล็ดปีกและขาแมลงในไข่อาศัย การทดสอบขนาดรูตะแกรง (540µ, 600µ, 610µ, 686µ) ในการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร พบว่า ตะแกรง 2 ชั้นขนาด 686µ และ 610µ เป็นขนาดที่เหมาะสม และใช้สำหรับการพัฒนาอุปกรณ์การคัดแยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร สำหรับการทดสอบสภาพที่เหมาะสมในการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร คือ กรรมวิธีการเก็บรักษา อุณหภูมิ 3±1°C, 8±1°C, 12±1°C และระยะเวลาการเก็บรักษา 1-9 สัปดาห์ พบว่า การฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสารน้อยกว่า 20% ในทุกกรรมวิธี แต่แตนเบียนมีการเบียนมากกว่า 80% เฉพาะในไข่ผีเสื้อข้าวสารที่เก็บรักษานาน 1-2 สัปดาห์ในกรรมวิธีห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและใส่ถุงซิป ที่อุณหภูมิ 8±1°Cและ 12±1°C ส่วนการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารในสภาพการให้ความชื้นและไม่ให้ความชื้นที่อุณหภูมิ 5±1°C และ 12±1°C นาน 1-7 วัน พบว่า ไข่สามารถฟักมากกว่า 80% ที่อุณหภูมิ 12±1°C ทั้ง 2 กรรมวิธีเมื่อเก็บนาน 1-5 วัน สำหรับการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. อายุต่างกัน (1, 2, 3 วัน) ในอุณหภูมิ 5±1°C, 8±1°C และ 12±1°C นาน 1-9สัปดาห์ พบว่า ดักแด้แตนเบียนไข่มีการฟักได้มากกว่า 80% ในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษานาน 1-3 สัปดาห์ เมื่อนำตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ที่ฟักมาทดสอบประสิทธิภาพการเบียน พบการเบียนสูงสุดที่ 50 ฟอง/ตัว ในดักแด้ที่เก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5±1°C

ปัญหาการผลิตหนอนกอสีชมพู ทำให้ไม่สามารถผลิตแตนเบียนหนอน *C. flavipes* ในปริมาณมากได้ โครงการได้พัฒนาวิธีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อน ในปี 2559 ตัวหนอนใช้เวลา 30-36 วัน เฉลี่ย 34.00±2.05 วัน ในการเจริญเติบโต และการพัฒนาสูตรอาหารเทียมที่เหมาะสมทำให้สามารถเลี้ยงหนอนครบวงจรชีวิต 43-57 วัน เฉลี่ย 50.10±4.61 วัน ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70% ช่วงแสง (กลางวัน: กลางคืน) 12:12 ชั่วโมง ระยะตัวหนอน 7-9 วัย เฉลี่ย 33.20±3.40 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ได้เฉลี่ย 312.0±73.21 ฟอง/ตัว (223-397 ฟอง/ตัว) และการฟักของไข่ 86.88% การรอดชีวิต 84.67±2.87% การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนหนอน *C. flavipes* ในห้องปฏิบัติการระหว่างหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อนและอาหารเทียม พบว่าได้จำนวนดักแด้แตนเบียน 110.58 และ 78.78 ดักแด้/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การทดสอบวิธีการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอนโดยใช้ดักแด้อายุ 1-2, 3-4 และ 5-6 วัน เปรียบเทียบกรรมวิธีไม่ห่อ และห่อด้วยกระดาษฟอยล์ เก็บที่อุณหภูมิ 8±0.32 °C, 10±0.15 °C และ 12±0.50 °C พบว่าที่อุณหภูมิ 8±0.32 °C เก็บรักษา 1 สัปดาห์ กรรมวิธีไม่ห่อ มีการฟักเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ทุกช่วงอายุ 91-95% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเก็บรักษาที่ 10±0.15 °C ดักแด้อายุ 1-2 วัน และ 3-4 วัน ฟัก 93.2% และ 88.7% การเก็บดักแด้อายุ 3-4 วัน ที่ 12±0.50 °C ดักแด้ฟัก 95.6% การเก็บรักษานาน 2

สัปดาห์ ดักแด้อายุ 1-2 วัน กรรมวิธีไม่ห่อที่ 8±0.32 ℃ และดักแด้ 3-4 วัน ในกรรมวิธีห่อกระดาษฟอยล์เก็บที่อุณหภูมิ 12±0.5 ℃ ตัวเต็มวัยฟัก 70.45% และ 76.3% ตามลำดับ

การถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง เทคนิคการเพาะเลี้ยงแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และแตนเบียนหนอน *C. flavipes* เพื่อควบคุมหนอนกออ้อยจำนวน 2 ครั้ง ให้กับผู้เข้าอบรมจากโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศ และหน่วยงานราชการ นับเป็นโอกาสดีสำหรับผู้เข้าร่วมอบรมที่ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน และได้นำเทคนิคที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ เพื่อปรับปรุงการผลิตแตนเบียนและแมลงอาศัยของแต่ละหน่วยงาน

คำสำคัญ: แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. แตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*, ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica*, หนอนกอสีชมพู, *Sesamia inferens*, การเพาะเลี้ยง, การเก็บรักษา

Abstract

The egg parasitoid, *Trichogramma* spp. and larval parasitoid, *Cotesia flavipes* are the potential natural enemies for controlling sugarcane stem borer, which is a serious pest of sugarcane. Improving mass rearing and storage technique of hosts and the two parasitoids are important for production and biological control purpose. The production system consist of two subunits, namely the host rearing unit for rice moth, *Corcyra cephalonica* and pink stem borer, *Sesamia inferens* which is to provide the two parasitoid rearing units. In the year 2016, the suitable conditions on mass rearing of rice moth (larval rearing box size, adult containing bag size and rearing-room temperature) have been reported. However, it remain the problem on the separation of host eggs from the contamination (insect scale, insect legs etc.). Different screen size (540µ, 600µ, 610µ, 686µ) had been tested, of which using double layer screen of 686µ and 610µ was the suitable size for cleaning the host eggs. Subsequently, the two screen size has been developed to "Rice Moth's Egg Separation" instrument. To evaluate the suitable storage conditions of the rice moth eggs, different packaging methods, storing at different temperature (3±1°C, 8±1°C, 12±1°C) for duration of 1-9 weeks were conducted. The egg hatching was lower than 20% at all treatment conditions. Subsequently, all treated host eggs were presented to *Trichogramma* spp. The parasitoid parasitized more than 80% only on eggs stored for 1-2 weeks. And the package method was eggs wapped under tissue paper, placed in a plastic box and put in zipper bag at 8±1°C and 12±1°C. In addition, the eggs were stored under with and without moisture condition at 5±1°C and 12±1°C for 1-7 days. The egg hatch was more than 80% of storage for 1-5 days at 12±1°C under the two conditions. Storage of *Trichogramma* spp. at different pupal ages (1, 2, 3 days) was conducted under 5±1°C, 8±1°C and 12±1°C for 1-9 weeks. The pupa emergence was more than 80% at all treatments in 1-3 weeks storage duration. Subsequently, the emerged adults were tested for parasitism efficiency. The highest parasitism (50 eggs/female) was found in the pupa storage for 1-4 weeks under 5±1°C.

The problem of mass production of pink stem borer brings about the shortage of large scale production of the parasitoid*, C. flavipes.* In the year 2016, mass rearing of pink stem borer using baby corn has been reported that it could complete its life cycle in 30-36 days with an average of 34.00±2.05 days. At present, an artificial diet for mass rearing of pink stem borer was developed after consecutive long-term great effort. Pink stem borer could complete its life cycle in 43-57 days with an average of 50.10±4.61 days under the laboratory conditions at 25±2 °C, 40-70% RH, and 12:12 h L:D. The larval period had 7-9 instars with a total period of 33.20±3.40 days. The average number of eggs laid per female was 312.0±73.21 with a range from 223-397 and egg hatching was 86.88%. The survival to pupation was 84.67±2.87%. The parasitization of *C. flavipes* on pink stem borer reared on baby corn and artificial diet yielded 110.6 and 78.8 pupae per one larva, respectively without significant difference. Three different ages; 1-2, 3-4 and 5-6 day-old of *C. flavipes*

pupae, unwrapped and wrapped with foil were held at 8±0.32 ℃, 10±0.15 ℃ and 12±0.50 ℃ to determine an optimal cold storage to prolong its lifetime. The result demonstrated that adult emergence of the three ages of *C. flavipes* unwrapped with foil held at 8±0.32 ℃ were 91-95% not significantly difference after kept for one week whereas adult emergence of 1-2 and 3-4 day-old of *C. flavipes* pupae, unwrapped with foil held at 10±0.15℃ were 93.2% and 88.7%. Moreover adult emergence of 3-4 day-old of *C. flavipes* pupae, unwrapped with foil held at 12±0.50 ℃ was 95.6%. Storge *C. flavipes* pupae for two weeks, only the 1-2 day-old pupae, unwrapped held at 8±0.32 ℃ and 3-4 day-old pupae, wrapped with foil, held at 12±0.50 ℃ gave adult emergence of 70.45% and 76.3%, respectively.

Transfer technology on “Techniques of mass rearing egg parasitoid, *Trichogramma* spp. and larval parasitoid, *C. flavipes* for controlling sugarcane stem borers” was conducted two times to a total of 102 participants from sugar factory across the country and government unit. It is a good opportunity for all participants to exchange experience from each other and to adopt techniques learned from the training course to improve the production of these parasitoids and their hosts.

Keyword: Eggs parasitoid *Trichogramma* spp., larval parasitoid *Cotesia flavipes*, rice moth Corcyra *cephalonica*, pink stem borer, *Sesamia inferens*, mass rearing, storage

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	ง
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	14
3.1 การพัฒนาการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารเชิงอุตสาหกรรม	14
3.2 การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่	17
3.3 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู	23
3.4 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน	25
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล	28
4.1 การพัฒนาการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารเชิงอุตสาหกรรม	28
4.2 การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่	59
4.3 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู	61
4.4 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน	65
บทที่ 5 การติดตามผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนไข่	71
เอกสารอ้างอิง	76
บทที่ 6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีเทคนิคการเพาะเลี้ยงแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. และแตนเบียนหนอน *C. flavipes*	80
ภาคผนวก	95
ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผน กิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่ได้รับ	96
บทความตีพิมพ์และเผยแพร่ 3 เรื่อง	97

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	ส่วนผสมของอาหารเทียมที่ใช้เลี้ยงหนอนกอสีชมพู *S. inferens*	24
ตารางที่ 4.1	การใช้ตะแกรงขนาดต่างๆในการแยกเกล็ดปีกผีเสื้อออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร	28
ตารางที่ 4.2	การใช้ตะแกรง 2 ชั้นทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร	32
ตารางที่ 4.3	น้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร (มก.) ที่ลดลงหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-9 สัปดาห์	42
ตารางที่ 4.4	น้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร (มก.) ที่ลดลงหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง นาน 1-9 สัปดาห์	43
ตารางที่ 4.5	เปอร์เซ็นต์เบียนของแตนเบียนไข่ในไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-9 สัปดาห์	45
ตารางที่ 4.6	เปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่ที่เบียนไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-9 สัปดาห์	47
ตารางที่ 4.7	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาด้วยวิธีการต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ 12±1^{0}C นาน 1-7 วัน	48
ตารางที่ 4.8	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ 12±1^{0}C นาน 1-7 วัน ด้วยวิธีการให้ความชื้นและไม่ให้ความชื้น	49
ตารางที่ 4.9	เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาด้วยวิธีการต่างๆที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ 12±1 ^{0}C นาน 1-7 วัน	51
ตารางที่ 4.10	เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ 12±1 ^{0}C ด้วยวิธีการให้ความชื้นและไม่ให้ นาน 1-7 วัน	52
ตารางที่ 4.11	น้ำหนัก (มก.) ที่ลดลงของไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสงยูวีหลังจากเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์	53
ตารางที่ 4.12	เปอร์เซ็นต์เบียนของแตนเบียนไข่ในไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสงยูวีหลังจากเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์	53
ตารางที่ 4.13	เปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่ในไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสงยูวีหลังจากเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์	53
ตารางที่ 4.14	เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์ ในกรรมวิธีต่างๆ	54
ตารางที่ 4.15	เปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่หลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆที่อุณหภูมิ 5±1 ^{o}C, 8±1 ^{o}C และ 12±1 ^{o}C นาน 1-9 สัปดาห์	55
ตารางที่ 4.16	เปอร์เซ็นต์ความไม่สมบูรณ์ของแตนเบียนไข่หลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆที่อุณหภูมิ 5±1^{o}C, 8±1 ^{o}C และ 12±1 ^{o}C นาน 1-9 สัปดาห์	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 4.17	จำนวนการเบียนของแตนเบียนไข่หลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์	57
ตารางที่ 4.18	เปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่หลังการเบียนของตัวเต็มวัยที่ฟักจากการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์	58
ตารางที่ 4.19	การเบียน การฟัก และสัดส่วนเพศของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ในสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่และแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ต่างกัน (สัดส่วนพ่อแม่พันธ์ 1:1.32)	59
ตารางที่ 4.20	การเบียน การฟัก และสัดส่วนเพศของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ในสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ต่างกัน (สัดส่วนพ่อแม่พันธ์ 1:1.88)	60
ตารางที่ 4.21	เปอร์เซ็นต์การฟักของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. 1-4 วัน ในสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ต่างกัน (สัดส่วนพ่อแม่พันธ์ 1:1.88)	60
ตารางที่ 4.22	การเบียน สัดส่วนเพศ และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่จากกรรมวิธีการต่างๆ	61
ตารางที่ 4.23	ข้อมูลการเจริญเติบโตของหนอนกอสีชมพูที่ผ่านขั้นตอนการลดเวลาเปลี่ยนอาหาร	63
ตารางที่ 4.24	ข้อมูลการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียมสูตร 4	64
ตารางที่ 4.25	ระยะการเจริญเติบโตของหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร 4	64
ตารางที่ 4.26	การรอดชีวิตระยะหนอนและดักแด้ของหนอนกอสีชมพู *S. inferens* เมื่อผ่านขั้นตอนการล้าง	65
ตารางที่ 4.27	จำนวนดักแด้ เปอร์เซ็นต์การฟัก และสัดส่วนเพศแตนเบียนหนอน *C. flavipes*	65
ตารางที่ 4.28	จำนวนดักแด้ การฟักเป็นตัวเต็มวัย และสัดส่วนเพศของแตนเบียนหนอน *C. flavipes* เบียนหนอนกอสีชมพูที่ผ่านขั้นตอนการล้าง	66
ตารางที่ 4.29	เปอร์เซ็นต์การตาย การเบียน และการฟัก จำนวนดักแด้ และสัดส่วนเพศของแตนเบียนหนอน *C. flavipes* ที่ผ่านการเบียนหนอนกอสีชมพูแบบหมู่	67
ตารางที่ 4.30	เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนหนอน *C. flavipes* หลังเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-3 สัปดาห์	69
ตารางที่ 4.31	เวลาการยืดอายุการฟักของดักแด้แตนเบียนหนอน *C. flavipes* หลังเก็บรักษาที่กรรมวิธีแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-3 สัปดาห์	70
ตารางที่ 6.1	การเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* ของหน่วยงานที่เข้าร่วมฝึกอบรม	87
ตารางที่ 6.2	การผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ของหน่วยงานอื่นๆ	88
ตารางที่ 6.3	วิธีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูและ แตนเบียนหนอนของหน่วยงานต่างๆ	89
ตารางที่ 6.4	ประสบการณ์ด้านการเพาะเลี้ยงแมลงของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมทั้ง 2 รุ่น	90

สารบัญภาพ

			หน้า
ภาพที่	1.1	แผนภาพอุปกรณ์ต้นแบบการเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสาร	9
ภาพที่	1.2	แผนภาพการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูเชิงอุตสาหกรรม	10
ภาพที่	1.3	แผนภาพการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอนเชิงอุตสาหกรรม	10
ภาพที่	3.1	ขั้นตอนการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร	18
ภาพที่	3.2	ลักษณะตะแกรงที่ใช้ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร	19
ภาพที่	3.3	วิธีการทดสอบการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร	19
ภาพที่	3.4	การเช็คเปอร์เซ็นต์การฟักหลังผ่านการเก็บรักษา	19
ภาพที่	3.5	การสุ่มนับเปอร์เซ็นต์การเบียนและการฟักของแตนเบียนไข่	20
ภาพที่	3.6	วิธีการทดสอบการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร	20
ภาพที่	3.7	วิธีการทดสอบการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร	20
ภาพที่	3.8	ลักษณะดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร	21
ภาพที่	3.9	ขั้นตอนการเก็บรักษาดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร	21
ภาพที่	3.10	วิธีการทดสอบการเก็บรักษาแตนเบียนไข่	21
ภาพที่	3.11	ลักษณะการวางแผ่นแตนเบียนไข่บนแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารในสัดส่วนต่างๆ	22
ภาพที่	3.12	กรรมวิธีการโรยไข่ผีเสื้อข้าวสาร	23
ภาพที่	3.13	ขั้นตอนการศึกษาประสิทธิภาพของแตนเบียนหนอน *C. flavipes* ในห้องปฏิบัติการ	27
ภาพที่	3.14	ลักษณะของภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอน *C. flavipes*	27
ภาพที่	3.15	ลักษณะดักแด้แตนเบียนหนอน *C. flavipes* อายุต่างๆที่ในการทดสอบ	27
ภาพที่	4.1	การทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านตะแกรงมุ้งลวด	29
ภาพที่	4.2	ขั้นตอนการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านตะแกรงร่อนแป้ง 2 ชั้น ขนาด 540 μ	30
ภาพที่	4.3	การทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยตะแกรง 3 ขนาด (508 μ, 610 μ และ 686 μ)	31
ภาพที่	4.4	ขั้นตอนการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยตะแกรงคัดแยก 2 ชั้น	33
ภาพที่	4.5	เครื่องทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร	34
ภาพที่	4.6	อุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร	35
ภาพที่	4.7	ส่วนประกอบกลไกการทำงานของอุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร	35
ภาพที่	4.8	ส่วนประกอบภายนอกของอุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร	35
ภาพที่	4.9	ตู้ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

			หน้า
ภาพที่	4.10	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-9 สัปดาห์	41
ภาพที่	4.11	การฟักของหนอนผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* หลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 3±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์	44
ภาพที่	4.12	เปอร์เซ็นต์เบียนของแตนเบียนไข่ในไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 3±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์	46
ภาพที่	4.13	น้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ลดลงหลังจากเก็บรักษานาน 1-7 วัน อุณหภูมิต่างๆ	50
ภาพที่	4.14	ลักษณะของไข่หลังจากการเก็บรักษา	50
ภาพที่	4.15	เอกสารการอนุมัติเลขที่คำขอยื่นจดอนุสิทธิบัตร เรื่อง “กรรมวิธีเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝัก	62
ภาพที่	4.16	การทดสอบเบื้องต้นการลดขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหนอนกอสีชมพูในข้าวโพดฝักอ่อน	68
ภาพที่	4.17	ลักษณะของดักแด้แตนเบียนหนอนฟักและไม่ฟักหลังผ่านการเก็บรักษา	68
ภาพที่	5.1	การพัฒนาห้องเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารระบบปิดตามคำแนะนำของโครงการ	73
ภาพที่	5.2	การพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารระบบเปิดตามคำแนะนำของโครงการ	74
ภาพที่	5.3	การพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารระบบเปิดตามคำแนะนำของโครงการ	75
ภาพที่	6.1	การบรรยายเรื่อง “การจัดการระบบการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารและแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.” โดย รศ.ดร. นุชรีย์ ศิริ	91
ภาพที่	6.2	การบรรยายเรื่อง “การพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู *S. inferens*” โดย ผศ. ดร. ทัศนีย์ แจ่มจรรยา	91
ภาพที่	6.3	การเสวนากรณีศึกษา “การพัฒนาการจัดการระบบการผลิตผีเสื้อข้าวสารจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีของโครงการ” จากหน่วยงานร่วม	92
ภาพที่	6.4	การนำเสนอกรณีศึกษา “การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูและแตนเบียนหนอน *C. flavipes*” โดยตัวแทนจากบริษัทน้ำตาลมิตรผล	92
ภาพที่	6.5	การฝึกภาคปฏิบัติ “เทคนิคและวิธีการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร และแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และการควบคุมคุณภาพ”	93
ภาพที่	6.6	การฝึกภาคปฏิบัติ “เทคนิคและการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ด้วยอาหารเทียม และแตนเบียนหนอน *C. flavipes*”	93
ภาพที่	6.7	ผู้เข้าร่วมอบรมรุ่นที่ 1	94
ภาพที่	6.8	ผู้เข้าร่วมอบรมรุ่นที่ 2	94

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

การระบาดของหนอนกออ้อยหรือหนอนเจาะลำต้นอ้อยส่งผลให้ผลผลิตอ้อยลดลงไร่ละ 2-4 ตัน นอกจากนั้นหนอนกออ้อยยังส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลต่อตันอ้อยลดลงด้วย (สมศรี, 2544) Wajnberg and Hassan (1994) รายงานว่าการใช้แตนเบียนไข่ในการควบคุมหนอนกออ้อย สามารถลดค่าใช้จ่ายสารเคมี 200 ดอลลาร์/แฮกตาร์ และลดความเสียหายจากการทำลายของหนอนกออ้อย 50-80% ซึ่งการผลิตแตนเบียนเพื่อควบคุมหนอนกออ้อยเป็นการผลิตเพื่อการปลดปล่อยอย่างท่วมท้น เพื่อการควบคุมหนอนกออ้อยให้ทันท่วงที ดังนั้น จึงต้องมีระบบการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการผลิตในปริมาณมากเพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ มีระบบการผลิตที่มีมาตรฐาน ทำให้สามารถผลิตแตนเบียนที่มีคุณภาพที่ดี หมายถึงแตนเบียนที่มีความสามารถในการเบียนดี มีเปอร์เซ็นต์การฟักดี ซึ่งต้องเป็นการผลิตจากแมลงอาศัยที่มีคุณภาพดี หมายถึง มีการจัดการระบบการผลิตที่ต่อเนื่อง และสอดคล้องระหว่างการผลิตแมลงอาศัยและแตนเบียนได้ ขณะเดียวกันในระบบการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมต้องสามารถเก็บรักษาแตนเบียน (storage of parasitoid) ได้ จะทำให้แตนเบียนมี shelf life นานขึ้น ทำให้มีปริมาณแตนเบียนเพียงพอ เพื่อการใช้ประโยชน์ตลอดปี และยังสามารถแก้ปัญหาการระบาดของหนอนกออ้อยได้ทันท่วงที เช่น เดียวกับประเทศในยุโรป อเมริกา และอินเดียที่มีการผลิตในเชิงการค้าเพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้แพร่หลาย ในประเทศจีนมีการพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่ เพื่อควบคุมหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด *Ostrinia furnacalis* จนเป็นมาตรฐานสำคัญในการควบคุมหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด ในระบบ IPM ของจีนที่ใช้แตนเบียนไข่ร่วมกับกรรมวิธีอื่นแทนการใช้สารเคมี ในแนวคิดที่ว่า “Public Plant Protection, Green Plant Protection” (Zhen-Ying Wang. et al., 2014)

ปัจจุบันหน่วยงานที่มีการผลิตแตนเบียนไข่สำหรับแจกจ่ายเกษตรกรคือ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร โรงงานน้ำตาลบางแห่งและศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ แต่หน่วยงานเหล่านี้ยังไม่สามารถผลิตแตนเบียนในเชิงอุตสาหกรรมได้ เนื่องจากยังใช้แรงงานมากในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งการเพาะเลี้ยงที่มีการปฏิบัติหลายขั้นตอนและยุ่งยากจะทำให้ไม่สามารถขยายกำลังการผลิตได้ โดยเฉพาะช่วงการเก็บเกี่ยวไข่ผีเสื้อข้าวสารที่มีการปนเปื้อนของเกล็ดปีกผีเสื้อข้าวสาร ทำให้เป็นปัญหาสุขภาพต่อผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งยังไม่สามารถเก็บรักษาแตนเบียนเพื่อการใช้ประโยชน์ในช่วงที่มีการระบาดได้

ดังนั้นเพื่อความเป็นไปได้ในการผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมดังเช่นในต่างประเทศ จึงควรมีการวิจัยที่พัฒนาการเก็บเกี่ยวผลผลิตในกระบวนการเพาะเลี้ยงแตนเบียนและด้านการเก็บรักษาแตนเบียน เพื่อให้สามารถเพิ่มการผลิตแตนเบียนสำหรับการควบคุมหนอนกออ้อยได้ครอบคลุมพื้นที่ปลูกอ้อยมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรเข้าถึงแหล่งผลิตแตนเบียนและสะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และยังเป็นการกระตุ้น ให้เกษตรกรนำแตนเบียนไปปลดปล่อยได้อย่างต่อเนื่องเพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งยังรองรับการเพิ่มพื้นที่ปลูกอ้อยและการผลิตแตนเบียนเชิงการค้าในอนาคตได้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการเก็บเกี่ยวผลผลิตแมลงอาศัยและแตนเบียนสำหรับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม

1.2.2 เพื่อศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาแตนเบียน

1.2.3 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมแก่หน่วยงานผลิตแตนเบียนในประเทศไทย

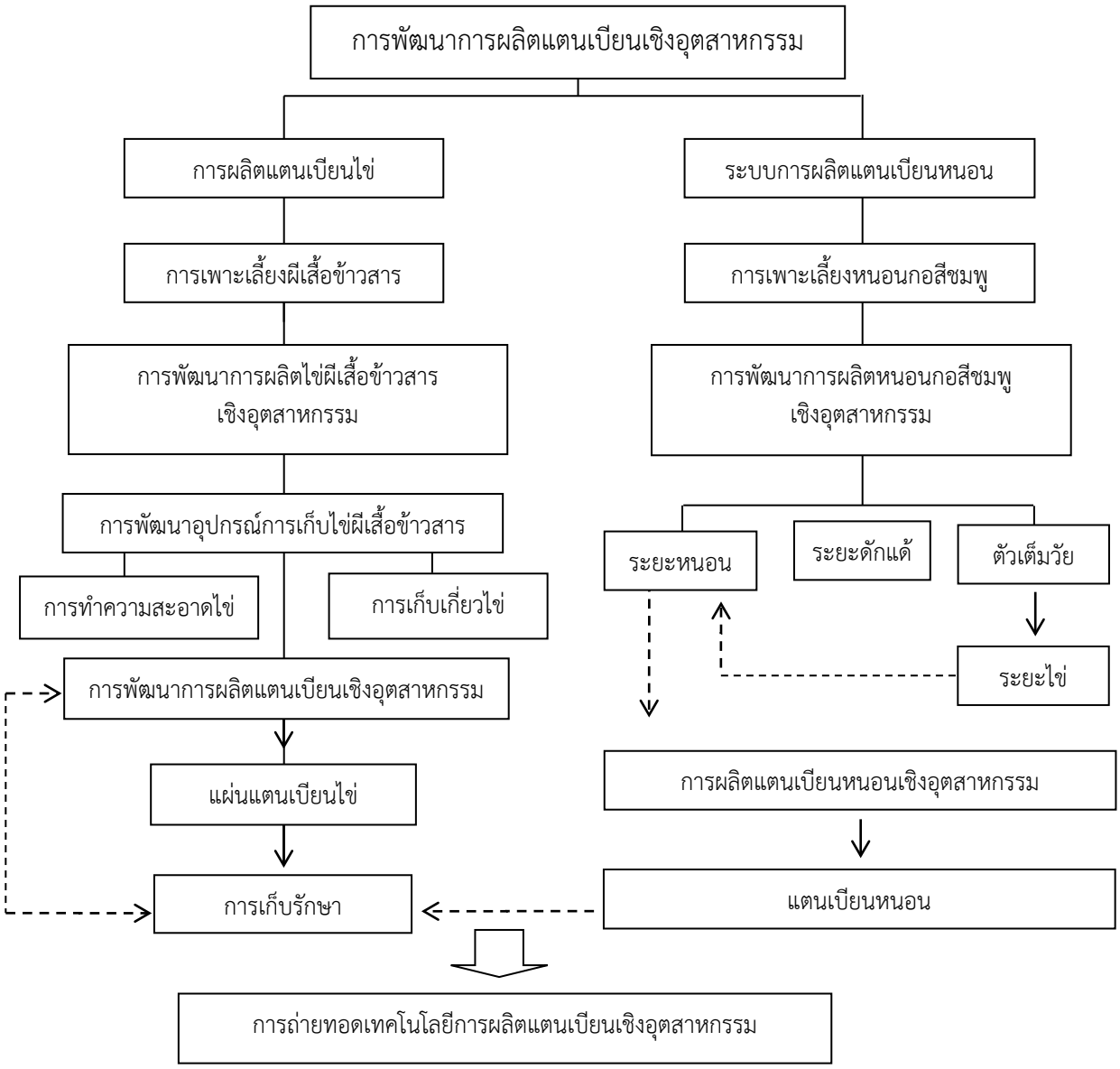
1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมให้สามารถมีปริมาณแตนเบียนใช้ตลอดเวลาตามความต้องการของเกษตรกร และเพียงพอต่อพื้นที่การปลูกด้วยการพัฒนาระบบการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ไข่ผีเสื้อข้าวสาร, หนอนกอสีชมพู, แตนเบียน) และการเก็บรักษาแตนเบียน ไข่ผีเสื้อข้าวสาร เพื่อยืดอายุการใช้งานแตนเบียนและการผลิตแตนเบียนให้มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้อย่างต่อเนื่องได้ตลอดปี

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และ / หรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

การใช้แตนเบียนในการควบคุมหนอนกออ้อยให้ประชากรมีความสมดุลในระบบนิเวศ ไม่เกิดการระบาดของหนอนกออ้อย จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการปล่อยแตนเบียนอย่างสม่ำเสมอตลอดฤดูกาลปลูกอ้อย แต่ปัจจุบันหน่วยผลิตแตนเบียนควบคุมหนอนกออ้อยในประเทศไทยมีกำลังการผลิตแตนเบียนไม่เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ของเกษตรกร ด้วยไม่สามารถผลิตแตนเบียนในเชิงอุตสาหกรรมได้ และยังไม่มีระบบการเก็บรักษาแตนเบียนซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีอายุเพียง 1-2 สัปดาห์ ได้ทำให้สูญเสียแตนเบียนและแมลงอาศัยในระบบการผลิตตลอดเวลา และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตในทางอ้อม การเพิ่มจำนวนหน่วยผลิตในประเทศเพื่อให้มีกำลังการผลิตให้เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ จึงเป็นไปได้ยาก แนวทางในการแก้ปัญหาคือ การสนับสนุนการผลิตแตนเบียนในเชิงอุตสาหกรรมด้วยการพัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อลดขั้นตอนการใช้แรงงานในการเพาะเลี้ยง และต้องสามารถยืดอายุการใช้งานแตนเบียนด้วยการเก็บรักษาแตนเบียนและแมลงอาศัยในระบบการผลิตได้

ในปี 2557-2559 ทีมวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในด้านการจัดการระบบการผลิตแตนเบียนไข่และแตนเบียนหนอนกออ้อย โดยสามารถเลี้ยงหนอนกอสีชมพูประสบความสำเร็จทำให้สามารถผลิตแตนเบียนหนอนในราคา 0.34 บาท/ตัว ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีหน่วยผลิตใดที่สามารถเลี้ยงหนอนกออ้อยได้ตลอดปีด้วยอาหารธรรมชาติ/อาหารเทียม สำหรับการผลิตแตนเบียนได้ จึงควรมีการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบในการเก็บผลผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสาร เพื่อการผลิตแตนเบียนไข่ได้ง่ายและมากขึ้น ขณะเดียวกันยังต้องศึกษาวิธีการเก็บรักษาแตนเบียนและไข่อาศัยด้วยมีการผลิตได้มากแต่นำไปใช้ได้น้อย การพัฒนาการผลิตแตนเบียนทั้งระบบดังกล่าว จะทำให้หน่วยผลิตสามารถผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมได้ และยังสามารถประเมินปริมาณการผลิตแตนเบียนในรอบปีได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ตอบสนองการผลิตพืชอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน และเป็นรูปธรรมมากขึ้น



1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

11.1 มีปริมาณแตนเบียนที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์

11.2 หน่วยงานที่ผลิตแตนเบียนสามารถนำไปขยายกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นได้

11.3 สามารถปล่อยแมลงเบียนได้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการระบาดของหนอนกออ้อย

ระบบการผลิตแตนเบียน

ระบบการผลิตแตนเบียนประกอบด้วย 2 หน่วยผลิตคือ หน่วยผลิตแมลงอาศัยและหน่วยผลิตแตนเบียน ซึ่งมีวิธีการดำเนินการแตกต่างกันขึ้นกับชนิดแตนเบียนที่ผลิตดังนี้

ระบบการผลิตแตนเบียนไข่ (*Trichogramma* sp.)

1. หน่วยผลิตแมลงอาศัย

แมลงอาศัยที่ใช้สำหรับการผลิตไข่อาศัยคือ ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* หน่วยผลิตนี้ต้องมีการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารระยะหนอนจนเป็นตัวเต็มวัยประกอบด้วย 4 หน่วยย่อยคือ

1.1 หน่วยย่อยเพาะเลี้ยงระยะหนอนผีเสื้อข้าวสาร

1.2 หน่วยย่อยระยะดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร

1.3 หน่วยย่อยระยะตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสาร

1.4 หน่วยย่อยการเก็บเกี่ยวระยะไข่ผีเสื้อข้าวสาร

2. หน่วยผลิตแตนเบียนไข่

นำไข่จากหน่วยย่อยที่ 4 ของหน่วยผลิตแมลงอาศัยมาผลิตแตนเบียนไข่ หน่วยการผลิตนี้ประกอบด้วย 2 หน่วยย่อยคือ

2.1 หน่วยย่อยผลิตแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร : นำไข่ผีเสื้อข้าวสารโรยบนแผ่นกระดาษแล้วนำไปผ่านแสง UV นาน 15 นาที

2.2 หน่วยย่อยผลิตแตนเบียนไข่ : นำแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสง UV มาให้แตนเบียนไข่เบียน หลังจากเบียนแล้ว 7 วัน แผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารจะเป็นสีดำเหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

ระบบการผลิตแตนเบียนหนอน (*Cotesia flavipes*)

1. หน่วยผลิตแมลงอาศัย

แมลงอาศัยที่ใช้สำหรับการผลิตแตนเบียนหนอน คือ หนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* Walker ประกอบด้วย 2 หน่วยคือ

1) หน่วยผลิตหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารธรรมชาติ

2) หน่วยผลิตหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียม

หน่วยผลิตทั้ง 2 มีการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูตั้งแต่ระยะหนอนจนเป็นตัวเต็มวัยประกอบด้วย 4 หน่วยย่อยคือ

1.1 หน่วยย่อยเพาะเลี้ยงระยะหนอนกอสีชมพู

1.2 หน่วยย่อยระยะดักแด้หนอนกอสีชมพู

1.3 หน่วยย่อยระยะตัวเต็มวัยหนอนกอสีชมพู

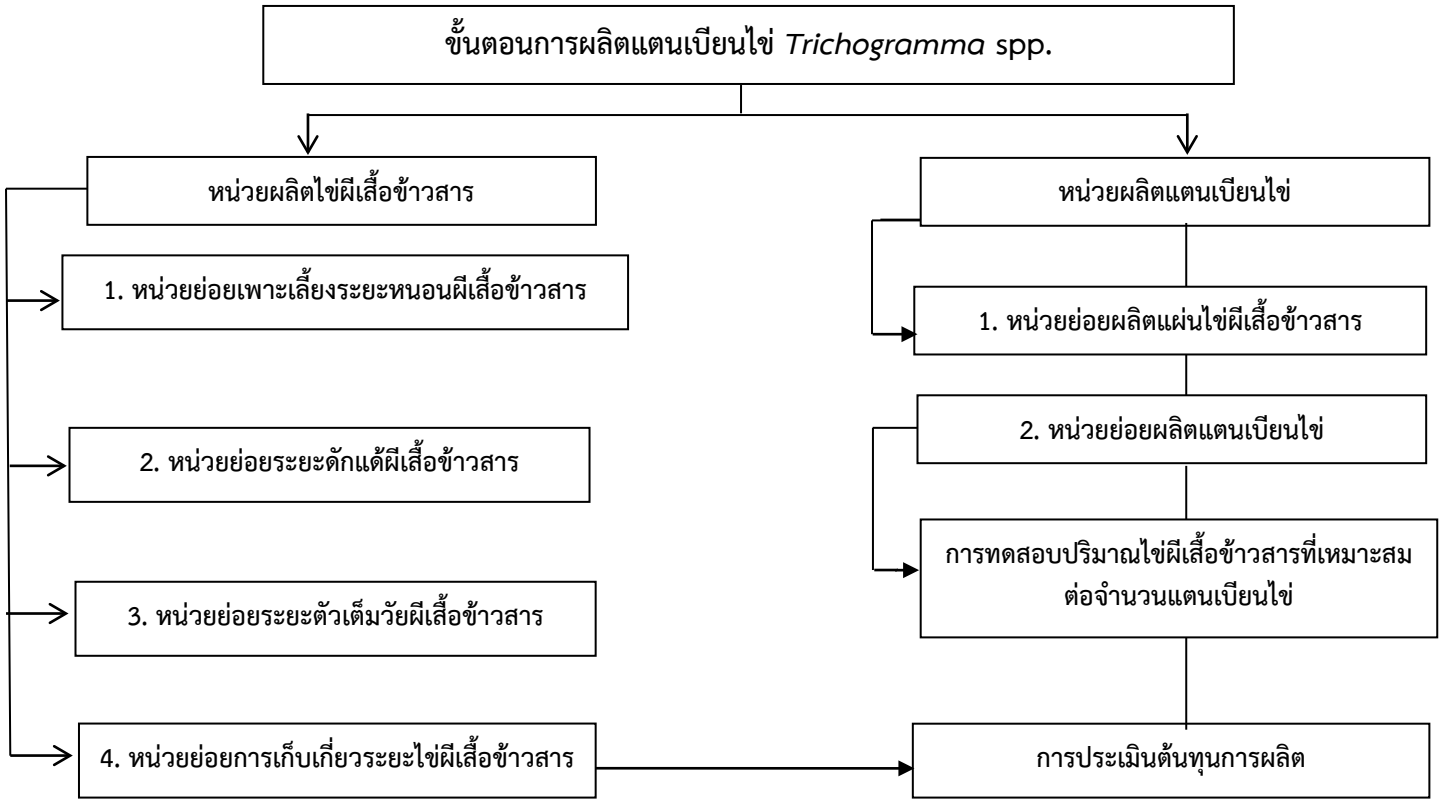
1.4 หน่วยย่อยระยะไข่หนอนกอสีชมพู

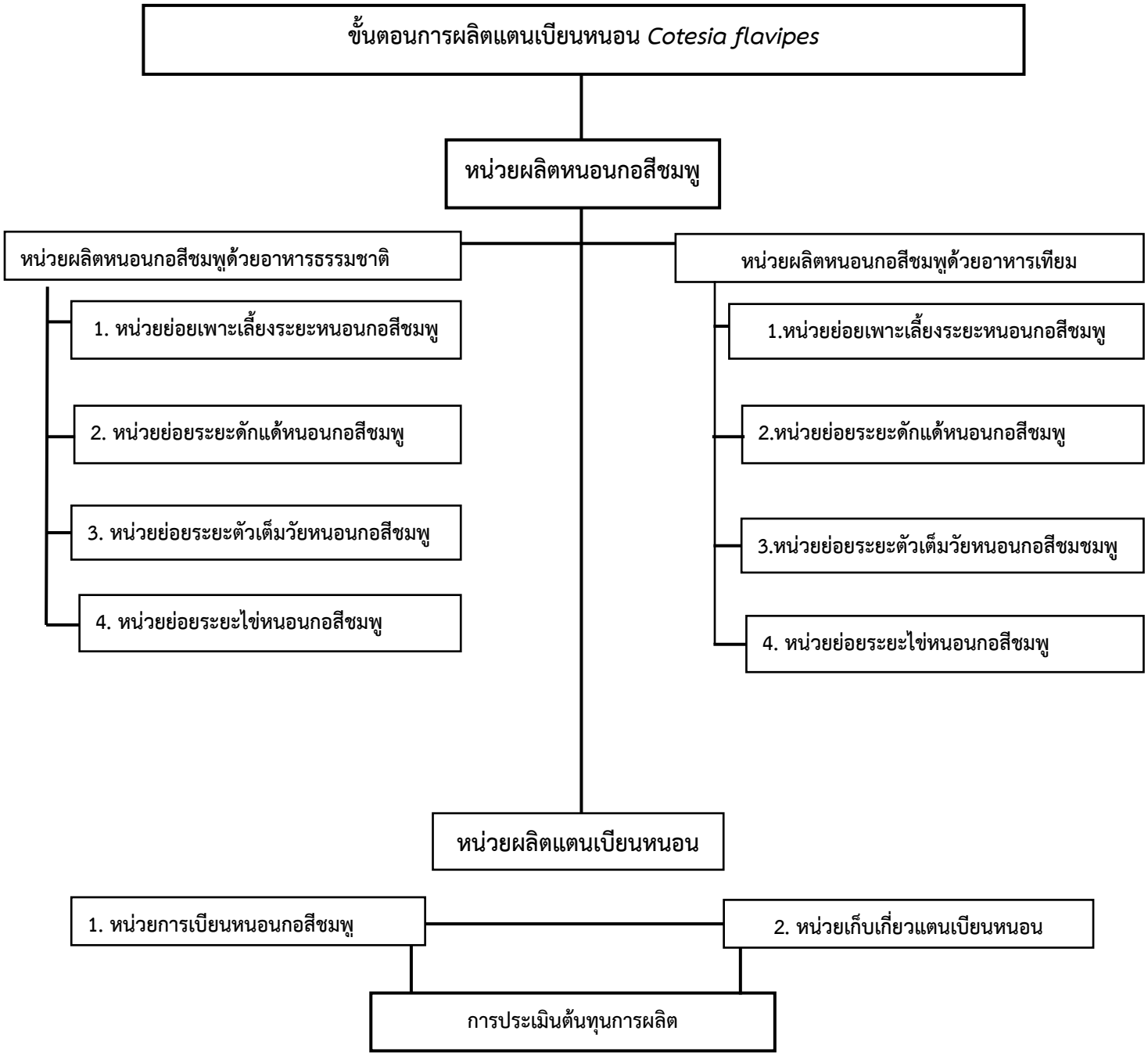
2. หน่วยผลิตแตนเบียนหนอน

นำหนอนกอสีชมพูจากหน่วยย่อยที่ 1.1 ของหน่วยผลิตแมลงอาศัยมาผลิตแตนเบียนหนอนหน่วยการผลิตนี้ประกอบด้วย 2 หน่วยย่อยคือ

1.1 หน่วยการเบียนหนอนกอสีชมพู โดยนำหนอนระยะที่เหมาะสมให้แตนเบียนหนอนเพศเมียเข้าเบียน

1.2 หน่วยย่อยเลี้ยงหนอนกอสีชมพูที่ถูกเบียน นำหนอนกอสีชมพูที่ถูกเบียนแล้ว มาเพาะเลี้ยงจนแตนเบียนฟักออกจากหนอนกอสีชมพู และเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียน เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป


ขั้นตอนการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.
หน่วยผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสาร
1. หน่วยย่อยเพาะเลี้ยงระยะหนอนผีเสื้อข้าวสาร
2. หน่วยย่อยระยะดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร
3. หน่วยย่อยระยะตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสาร
4. หน่วยย่อยการเก็บเกี่ยวระยะไข่ผีเสื้อข้าวสาร
หน่วยผลิตแตนเบียนไข่
1. หน่วยย่อยผลิตแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร
2. หน่วยย่อยผลิตแตนเบียนไข่
การทดสอบปริมาณไข่ผีเสื้อข้าวสารที่เหมาะสมต่อจำนวนแตนเบียนไข่
การประเมินต้นทุนการผลิต


ขั้นตอนการผลิตแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*
หน่วยผลิตหนอนกอสีชมพู
หน่วยผลิตหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารธรรมชาติ
1. หน่วยย่อยเพาะเลี้ยงระยะหนอนกอสีชมพู
2. หน่วยย่อยระยะดักแด้หนอนกอสีชมพู
3. หน่วยย่อยระยะตัวเต็มวัยหนอนกอสีชมพู
4. หน่วยย่อยระยะไข่หนอนกอสีชมพู
หน่วยผลิตหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียม
1.หน่วยย่อยเพาะเลี้ยงระยะหนอนกอสีชมพู
2.หน่วยย่อยระยะดักแด้หนอนกอสีชมพู
3.หน่วยย่อยระยะตัวเต็มวัยหนอนกอสีชมชมพู
4. หน่วยย่อยระยะไข่หนอนกอสีชมพู
หน่วยผลิตแตนเบียนหนอน
1. หน่วยการเบียนหนอนกอสีชมพู
2. หน่วยเก็บเกี่ยวแตนเบียนหนอน
การประเมินต้นทุนการผลิต

แนวคิดการพัฒนาการผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรม

1. การผลิตแตนเบียนไข่

1.1 การผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารให้ได้ปริมาณมาก

เป้าหมาย: ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่สะอาดปราศจากการปนเปื้อนของเกล็ดผีเสื้อ

ปัญหา 1) วิธีการเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ยังมีเกล็ดผีเสื้อปนเปื้อนกับไข่ผีเสื้อข้าวสาร และปนเปื้อนในบรรยากาศในห้องเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสาร เป็นอันตรายต่อระบบหายใจของผู้เลี้ยง

2) วิธีการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร ให้สามารถแยกไข่ออกจากเกล็ดผีเสื้อได้

ผลลัพธ์: การพัฒนาอุปกรณ์การเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสารที่สามารถเก็บไข่ผีเสื้อในระบบปิดได้ (ภาพที่ 1.1)

1.2 การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

เป้าหมาย: สามารถเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร เพื่อใช้สำหรับการผลิตแตนเบียนไข่ในช่วงเวลาที่ต้องการใช้ประโยชน์ได้

ปัญหา 1) ไม่สามารถผลิตแตนเบียนใช้งานได้ตลอดทั้งปี

2) การผลิตได้ในปริมาณมากต้องสามารถเก็บรักษาได้ด้วย

ผลลัพธ์: วิธีการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่สามารถใช้สำหรับการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารสำหรับการเพาะเลี้ยง และสำหรับการเบียนของแตนเบียนไข่

2. การผลิตแตนเบียนหนอน

2.1 การผลิตหนอนกอสีชมพู

เป้าหมาย: ชนิดอาหารที่เหมาะสมต่อการผลิตหนอนกอสีชมพู

ปัญหา 1) ไม่มีกรรมวิธีที่สามารถผลิตหนอนกอสีชมพูให้เพียงพอต่อการผลิตแตนเบียนหนอนได้

2) ขาดอาหารเทียมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู

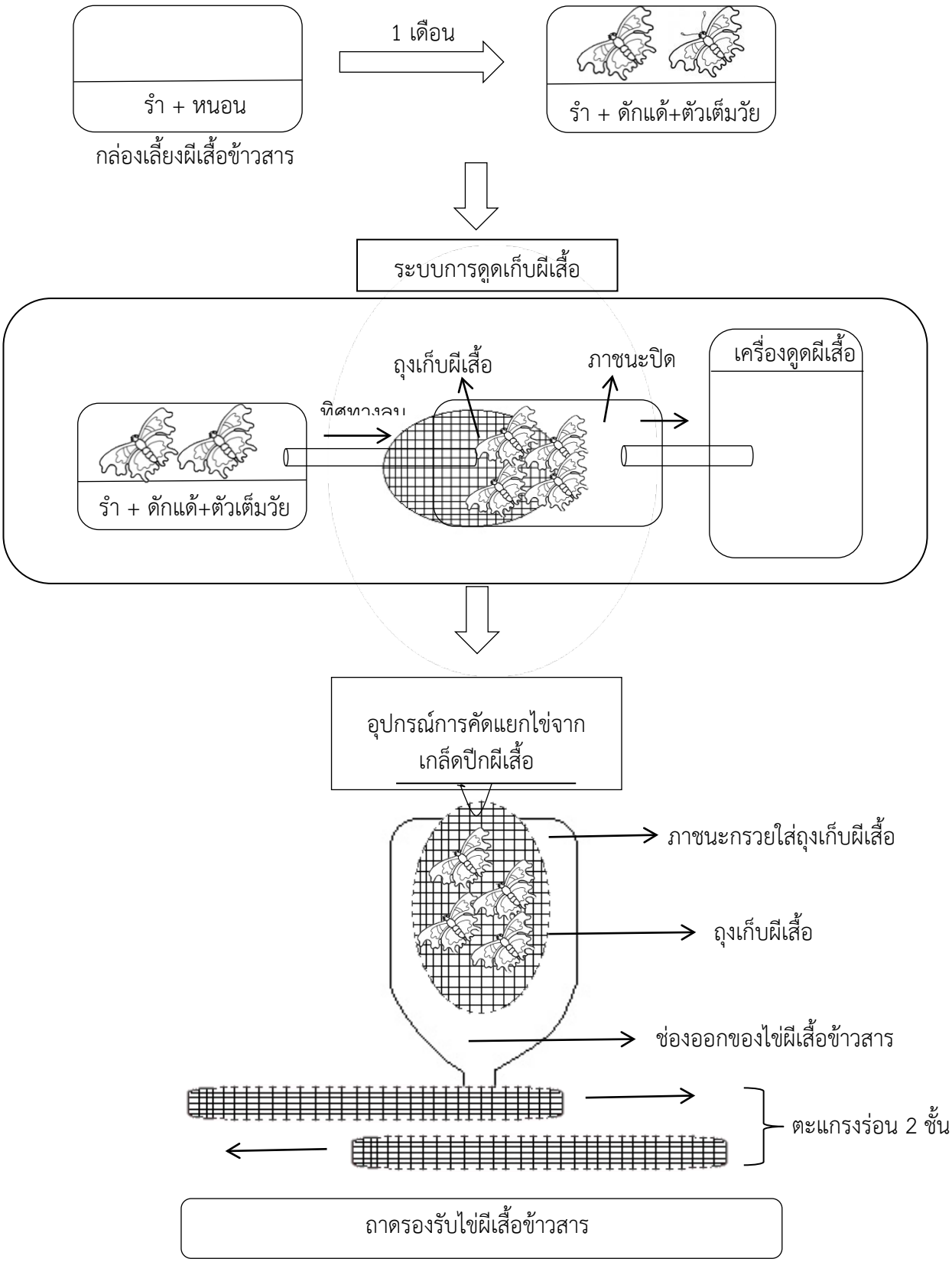
ผลลัพธ์: การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารธรรมชาติและอาหารเทียมในระบบปิด (ภาพที่ 1.2)

2.2 การผลิตแตนเบียนหนอน

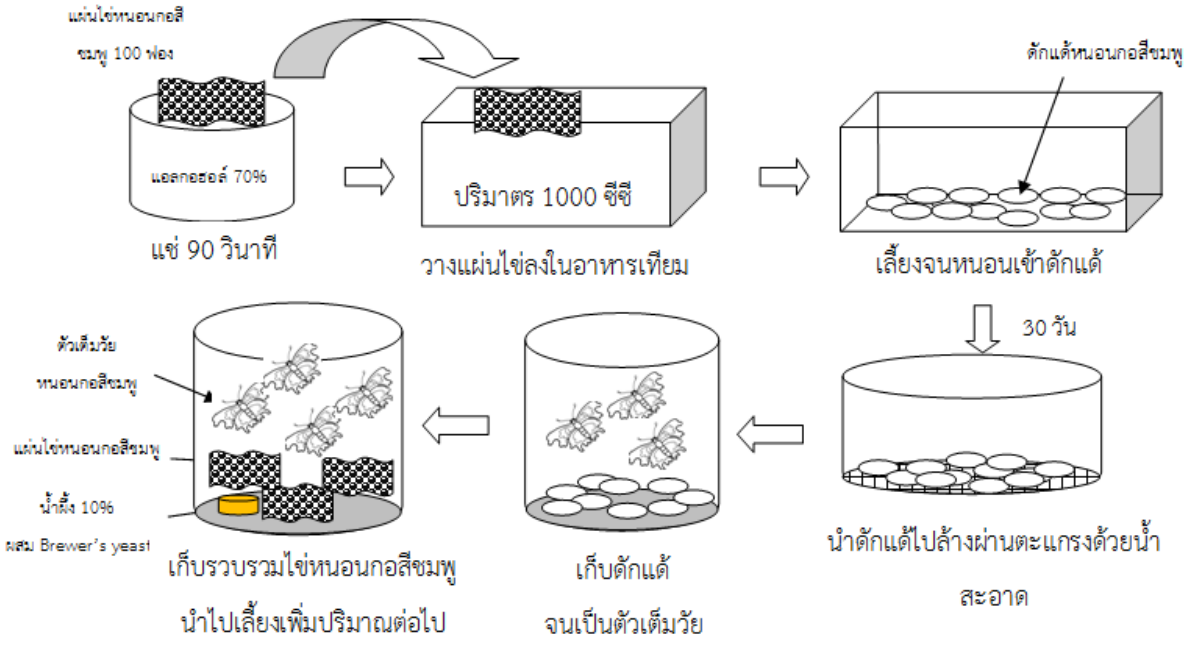
เป้าหมาย: การผลิตแตนเบียนหนอนในปริมาณมากด้วยวิธีการที่ง่าย

ปัญหา ขั้นตอนการเบียนใช้เวลามากด้วยการให้เบียนหนอนที่ละตัว (hand-stinging method)

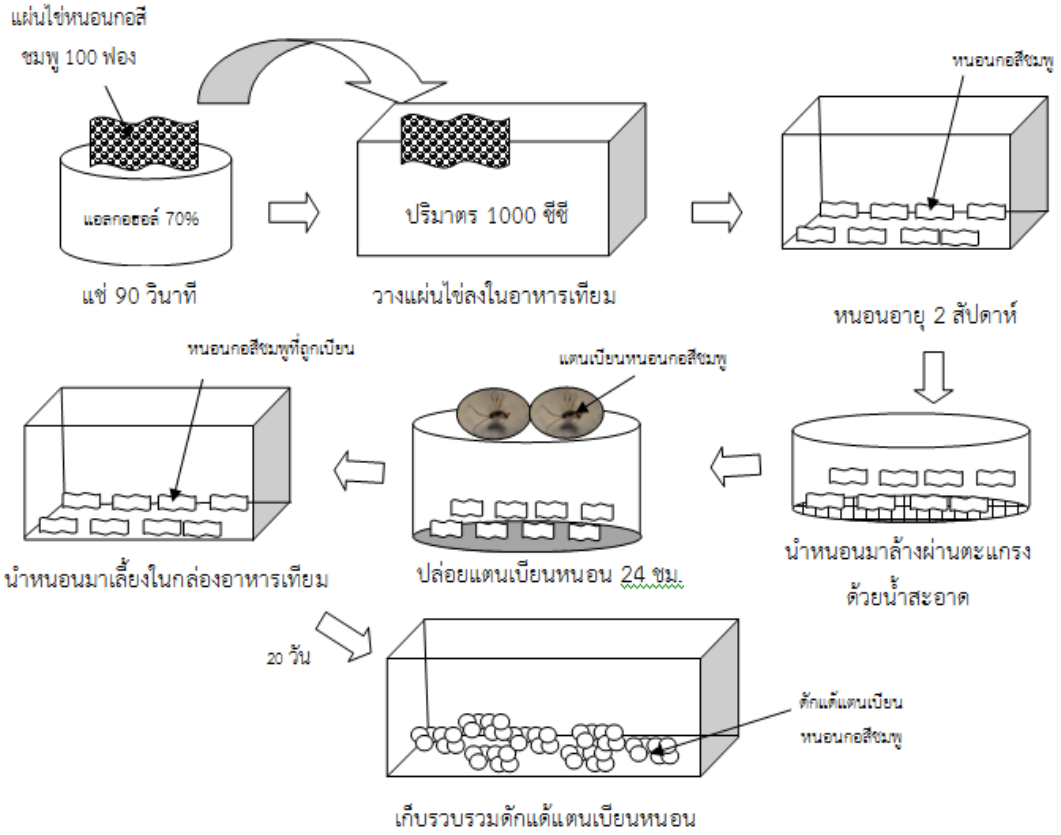
ผลลัพธ์: การพัฒนาการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอนในระบบปิด (ภาพที่ 1.3)



ภาพที่ 1.1 แผนภาพอุปกรณ์ต้นแบบการเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสาร



ภาพที่ 1.2 แผนภาพการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูเชิงอุตสาหกรรม



ภาพที่ 1.3 แผนภาพการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอนเชิงอุตสาหกรรม

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปีการผลิต 2558-2559 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศ 11,012,839 ไร่ ใน 47 จังหวัด เป็นพื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงาน 10,278,045 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อยทำพันธุ์ 734,794 ไร่ โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากปี การผลิต 2557-2558 จำนวน 481,912 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 4.58 เนื่องจากรัฐบาลผลักดันนโยบายบริหารพื้นที่เกษตรกรรมของพืช (Zoning) (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล, 2559) มีการส่งออกน้ำตาล ในช่วงเดือน มกราคม–พฤษภาคม 2559 สูงถึง 1.35 พันล้านกิโลกรัม เป็นมูลค่ากว่า 20 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) นอกจากนี้ ร้อยละ 58.71 ของผลผลิตน้ำตาลทรายในอาเซียนเป็นการผลิตจากไทย จากปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายของอาเซียนทั้งหมด 10.23 ล้านตัน การส่งออกน้ำตาลทรายของไทยถึงร้อยละ 85.92 (สมพร, 2559) เมื่ออ้อยมีการเพิ่มพื้นที่การผลิตมากขึ้น และสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ทำให้พบปัญหาที่ตามมาคือ การระบาดของแมลงศัตรูอ้อย ทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงปีละประมาณ 25% โดยเฉพาะการเข้าทำลายของหนอนกออ้อย ซึ่งในประเทศไทยพบ 5 ชนิด คือ หนอนกอลายจุดเล็ก *Chilo infuscatellus* Snellen หนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* Walker หนอนกอสีขาว *Scirpophaga excerptalis* Walker หนอนกอสามชนิดนี้เข้าทำลายอ้อยแตกกอมากกว่าอ้อยเป็นลำ อีก 2 ชนิด คือ หนอนกอลายใหญ่ *Chilo sacchariphagus* Bojer และหนอนกอลายจุดใหญ่ *Chilo tumidicostalis* Hampson เข้าทำลายระยะอ้อยเป็นลำมากกว่าระยะแตกกอ (ชำนาญ, 2542)

การลดความสูญเสียจากการทำลายของหนอนกอ้อย ด้วยการใช้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. และแตนเบียน *Cotesia flavipes* สามารถควบคุมการระบาดของหนอนกออ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันผู้ปลูกอ้อยยังเข้าไม่ถึงแหล่งผลิตแตนเบียนทำให้ไม่สามารถใช้แตนเบียนควบคุมหนอนกออ้อยได้ทั่วพื้นที่การปลูกอ้อย ดังนั้นพื้นที่ปลูกอ้อย ในปัจจุบันจึงมีความเสี่ยงต่อการระบาดของหนอนกออ้อยดังเช่นการระบาดในปี 2543 วิจิตร์ (2557) นายกสมาคมชาวไร่อ้อยจังหวัดสุรินทร์ รายงานว่าในปีงบประมาณ 2556 สามารถผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. ได้ 185 ล้านตัว และในเดือน มกราคม 2557 มีการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. ขยายพันธุ์ให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อย ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ บุรีรัมย์และจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 23 ล้านตัว โดยมีเกษตรกรเข้ามารับที่สำนักงาน จำนวน 70 ราย ซึ่งจะนำไปปล่อยแตนเบียนในพื้นที่ 500 ไร่ จะเห็นได้ว่าการปลดปล่อยศัตรูธรรมชาตินั้นยังไม่เพียงพอ ต่อพื้นที่การปลูกอ้อย ทั้งที่พื้นที่ปลูกอ้อยเพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องจากผู้ผลิตยังไม่สามารถผลิตแตนเบียนได้ปริมาณเพียงพอตามความต้องการได้

ประเทศไทยมีการนำแตนเบียนไข่ ไปใช้ควบคุมไข่แมลงศัตรูพืชได้มากกว่า 30 ชนิด แต่ยังไม่มีการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ทำให้เกษตรกรที่ไม่ได้อยู่ใกล้แหล่งผลิตไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในการผลิตแตนเบียนไข่จะต้องมีวิธีการผลิตที่ง่ายและได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ การผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. สามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วยไข่ผีเสื้อข้าวสาร เนื่องจากเป็นแมลงที่สามารถเพาะเลี้ยงง่าย ได้ปริมาณมากโดยใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ เพิ่มปริมาณได้ง่ายและรวดเร็ว (สถิตย์, 2544) แต่ไม่สามารถผลิตแตนเบียนไข่ ให้มีปริมาณมากสอดคล้องกับการระบาดของแมลงได้ เนื่องจากสามารถผลิตไข่ได้ปริมาณมากในบางช่วงเวลาใน

รอบปีเท่านั้น ทำให้ไข่ผีเสื้อข้าวสารและแตนเบียนไข่ที่ผลิตได้ไม่มีการนำไปใช้ ส่งผลให้สูญเสียเวลาในการผลิตและสิ้นเปลืองงบประมาณในการผลิต ดังนั้นวิธีการเก็บรักษาไข่อาศัยและแตนเบียนไข่ที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญ ซึ่ง Jalali *et al.* (2007) ได้เปรียบเทียบการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* (Stainton) ที่อุณหภูมิ 8 ± 1 °C พบว่าในสภาวะสุญญากาศไข่ที่ได้จากการเก็บรักษานาน 42 วัน แตนเบียนไข่เบียนได้ 75% ขณะที่ไข่ที่ไม่ได้เก็บในสภาวะสุญญากาศเมื่อเก็บรักษานาน 42 วัน ไม่พบการเบียนของแตนเบียน วินิภา(2556) พบว่า การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิ 5±2°C และ 7±2°C ความชื้น 26±6% พบว่าวิธีการห่อกระดาษทิชชูและห่อผ้าขาวบางไข่สามารถฟักได้ดีกว่าวิธีการไม่ห่อ และที่อุณหภูมิ 5±2°C ไข่สามารถฟักได้มากกว่า 55% เมื่อเก็บรักษาไข่ไม่เกิน 2 สัปดาห์ ในวิธีการห่อกระดาษทิชชูและห่อผ้าขาวบาง Pitcher *et al*. (2002) ทดสอบการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. ostriniae* พบว่าแตนเบียนไข่ฟักได้มากกว่า 80% เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 °C และ 15 °C นาน 2 สัปดาห์ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 °C และ 12 °C สามารถเก็บรักษาได้นาน 4 และ 6 สัปดาห์ ตามลำดับ Abdurrahman et al. (2008) ทดสอบการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma evanescens* โดยใส่ดักแด้แตนเบียนไข่ในหลอดแก้ว (15x2.5 ซม.) นำเข้าตู้ควบคุมที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 1, 2 และ 3 สัปดาห์ พบว่ามีการฟักเป็นตัวเต็มวัยไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 89.40, 85.53 และ 85.46% ตามลำดับ ส่วนการเก็บรักษานานตั้งแต่ 4 สัปดาห์เป็นต้นไป แตนเบียนฟักได้น้อยกว่า 60% และ Garcia et al. (2002) รายงานการเก็บรักษาไข่ที่ถูกเบียน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไข่ไปเก็บที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 30 และ 40 วัน แล้วย้ายไปเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิ 3°C สามารถเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนไข่ได้นานถึง 180 วัน มีการฟักมากกว่า 80 % ส่วน Shi and Zhang (2004) แนะนำให้เก็บรักษาแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. ในระยะตัวหนอนที่อุณหภูมิ 8 – 12°C สามารถเก็บรักษาแตนเบียนไข่ได้นาน 1 – 4 เดือน โดยแตนเบียนไข่ที่ผ่านการเก็บรักษาสามารถฟักเป็นตัวเต็มวัยและสืบพันธุ์ต่อไปได้ สายฝน (2551) พบว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. ที่อุณหภูมิ 4°C นาน 1-2 สัปดาห์แตนเบียนไข่สามารถฟักได้น้อยกว่า 70% เช่นเดียวกับ วีระเทพ และคณะ (2551) พบว่าที่อุณหภูมิ 4°C สามารถเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. confusum* Viggiani ได้นาน 1-6 สัปดาห์ แตนเบียนไข่สามารถฟักได้ 60-89% และ Sen Ma and Chen (2006) พบว่า *T. dendrolimi* มีชีวิตรอดเป็นตัวเต็มวัยได้เมื่อผ่านการเก็บรักษานาน 4-5 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 10°C และ 7°C ขณะที่รัตนา (2538) พบว่าที่อุณหภูมิ 10°C สามารถเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. confusum* ได้นาน 2 สัปดาห์ วินิภา (2556) ศึกษาการเก็บรักษาแตนเบียนไข่นาน 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5±2 °C ด้วยวิธีการใส่หลอดทดลองแตนเบียนไข่สามารถฟักได้สูงสุด 86.9% โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 7±2 °C พบว่าแตนเบียนไข่ไม่สามารถฟักเป็นตัวเต็มวัยได้เมื่อเก็บรักษานาน 6-8 สัปดาห์ และการเก็บรักษานานมากกว่า 4 สัปดาห์ แตนเบียนฟักได้น้อยกว่า 60% ในส่วนของการผลิต แตนเบียนหนอน *C. flavipes* อัมพร (2546) รายงานว่า หนอนกอสีชมพูมีความเหมาะสมสำหรับการเพาะลี้ยงแตนเบียน *C. flavipes* เนื่องจากตัวหนอนมีขนาดค่อนข้างใหญ่และผลิตแตนเบียนได้ 84 ตัวต่อหนอน 1 ตัว พบว่า หนอนกอสีชมพูสามารถแพร่พันธุ์ให้ประชากรแตนเบียนมากที่สุดเฉลี่ย 87.1 ดักแด้ ส่วนวิวัฒน์ และคณะ (2553) รายงานว่าการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน *C. flavipes* บางครั้งก็ไม่เพียงพอ เนื่องจากบางช่วงที่

มีการระบาดของหนอนกออย่างรุนแรง มีความต้องการผลิตแตนเบียนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและปริมาณมาก การเก็บรักษาแตนเบียน จึงมีความสำคัญต่อการยืดอายุการใช้งานของแตนเบียนหนอนอย่างมาก ซึ่ง เทวีและคณะ (2554) ได้ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาแตนเบียนหนอน *C. flavipes* โดยเก็บดักแด้ของแตนเบียน หนอน *C. flavipes* ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 10, 18 และ 25 ℃ เป็นเวลา 5, 7, 9 และ 11 วัน พบว่า ที่ 18℃ สามารถยืดอายุกลุ่มดักแด้ได้ดีที่สุดคือ 9, 10, 11 และ 12 วัน ตามลำดับ และที่อุณหภูมิเดียวกันดักแด้แตนเบียนมีการรอดชีวิตเป็นตัวเต็มวัยสูงที่สุดเช่นกัน คือ 100, 97.5, 100 และ100% ตามลำดับ

ดังนั้นการจัดการระบบการผลิตแตนเบียนไข่และแตนเบียนหนอนให้มีมาตรฐาน และพัฒนากระบวนการผลิตในเชิงปริมาณอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมจึงมีความจำเป็นและจะทำให้เกษตรกรมีแตนเบียนใช้แพร่หลายขึ้น สามารถใช้แตนเบียนได้ทุกช่วงทุกเวลา ซึ่งนอกจากจะทำให้ลดการใช้สารเคมีในแปลงปลูกพืชแล้ว ยังช่วยให้ระบบนิเวศปลอดภัยต่อการปนเปื้อนของสารเคมีและปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเกษตรกรด้วย

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การพัฒนาการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารเชิงอุตสาหกรรม

3.1.1 การทดสอบการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

3.1.1.1 การทดสอบด้วยตะแกรงขนาดต่างๆ

การเก็บเกี่ยวไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยตะแกรงมุ้งลวดขนาดต่างๆ เบื้องต้นใช้ถาดรองรับไข่ที่ได้จากถุงวางไข่ 10 ก. ซึ่งเป็นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ปนเปื้อนด้วยเกล็ดปีกผีเสื้อ ด้วยการเทไข่ที่มีเกล็ดปีกปนเปื้อนผ่านตะแกรงมุ้งลวดที่มีรูตะแกรงขนาด 600 ไมครอน ชั่งน้ำหนักไข่ที่ติดอยู่กับตะแกรงมุ้งลวด และส่วนของไข่ที่ผ่านตะแกรงมุ้งลวดลงไปยังถาดรองรับไข่ หลังจากนั้นนำไข่ที่ได้จากการผ่านตะแกรงมุ้งลวด ร่อนทำความสะอาดด้วยตะแกรงร่อนแป้ง 2 ชั้น ที่มีรูตะแกรงขนาด 540 ไมครอน ด้วยการสั่นเบาๆ ชั่งน้ำหนักไข่ที่ติดอยู่กับตะแกรงร่อนแป้งชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 นำไข่ที่ได้จากการผ่านด้วยตะแกรงร่อนแป้ง 2 ชั้น ร่อนทำความสะอาดด้วยตะแกรง 3 ขนาด ที่มีรูตะแกรงขนาด 508, 610 และ 686 ไมครอน และสั่นเบาๆ บันทึกผลน้ำหนักไข่ที่ติดอยู่กับตะแกรง และน้ำหนักไข่ที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาด (ภาพที่ 3.1)

3.1.1.2 การทดสอบขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสม

จากการทดสอบข้อ 3.1.1.1 ทำให้พบว่าขนาดรูตะแกรงที่ 508, 610 และ 686 ไมครอน มีความเหมาะสมใช้คัดแยกเกล็ดผีเสื้อออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสารได้ดี จึงทดสอบเพื่อหาขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสมในการลดขั้นตอนการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร โดยใช้วิธีทำความสะอาดด้วยตะแกรง 2 ชั้น แบ่งเป็น 2 วิธีการ คือ วิธีการที่ 1 ตะแกรงที่มีรูขนาด 686 และ 610 ไมครอน วิธีการที่ 2 ตะแกรงที่มีรูขนาด 686 และ 508 ไมครอน (ภาพที่ 3.2) นำไข่ที่ปนเปื้อนเกล็ดปีกผีเสื้อข้าวสารร่อนทำความสะอาดด้วยตะแกรง 2 ชั้น ใช้มือจับตะแกรง และสั่นเบาๆ เพื่อให้ไข่ผีเสื้อข้าวสารแยกออกจากเกล็ดปีกผีเสื้อ และรองรับไข่ที่ผ่านตะแกรง 2 ชั้นด้วยถาดพลาสติก บันทึกผล น้ำหนักไข่ที่ติดอยู่ตะแกรงชั้นที่ 1, ชั้นที่ 2 และที่ผ่านตะแกรงทั้ง 2 ชั้น

3.1.1.3 การพัฒนาอุปกรณ์การทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

จากผลการทดสอบขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสมคือ 686 และ 610 ไมครอน สำหรับการร่อนทำความสะอาดไข่ จึงพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับทำความสะอาดไข่เพื่อแยกเกล็ดปีกและส่วนขาออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร ที่ทำงานโดยใช้ระบบไฟฟ้าในการคัดแยก

3.1.1.4 การพัฒนาตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกจากการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

ในกรณีที่ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร โดยใช้ตะแกรงร่อนแป้ง วิธีการนี้มีการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกรอบๆพื้นที่การปฏิบัติงาน และเป็นวิธีการที่ต้องทำการร่อนหลายครั้งไข่ผีเสื้อข้าวสารจึงจะสะอาด ทำให้เกิดปัญหากับผู้ปฏิบัติงานซึ่งต้องสัมผัสกับเกล็ดปีกโดยตรง จึงได้ออกแบบตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถร่อนไข่ผีเสื้อข้าวสารในตู้แบบปิดได้

3.1.2 การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

3.1.2.1 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

นำไข่ผีเสื้อข้าวสารอายุ 24 ชม. ปริมาณ 100 มก. (2,000±250 ฟอง) มาทดสอบการเก็บรักษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ กรรมวิธีที่ 1 (T1) คือ ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชู 2 ชั้น ใส่กล่องพลาสติกขนาด 3X3x2 ซม. และใส่ในถุงซิป (ยี่ห้อเอโร่) ขนาด 9x13 ซม. หนา 0.02 มล. กรรมวิธี 2 (T2) ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชู 2 ชั้น และใส่ในถุงซิป (ยี่ห้อเอโร่) ขนาด 9x13 ซม. หนา 0.02 มล. กรรมวิธี 3 (T3) ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ 2 ชั้นใส่กล่องพลาสติก 3X3x2ซม. และใส่ในถุงซิป (ยี่ห้อเอโร่) ขนาด 9x13 ซม. หนา 0.02 มล. และ กรรมวิธี 4 (T4) ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ 2 ชั้น และใส่ในถุงซิป (ยี่ห้อเอโร่) ขนาด 9x13 ซม. หนา 0.02 มล. (ภาพที่ 3.3) ทุกกรรมวิธีเก็บรักษา 3 อุณหภูมิ คือ 3±1℃, 8±1℃ (ตู้เย็นยี่ห้อ National รุ่น NP-A183W 6.3 คิวบิกฟุต) และอุณหภูมิ 12±1℃ (ตู้แช่ไวน์ยี่ห้อ Sanden Intercool tempered) เป็นระยะเวลา 1-9 สัปดาห์ เมื่อครบแต่ละสัปดาห์ ให้นำไข่มาเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 14±1℃ เป็นระยะเวลา 24 ชม. บันทึกข้อมูล ชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการเก็บรักษา แล้วนำไข่ที่ผ่านการเก็บรักษาทุกอุณหภูมิแบ่งเป็น 2 ส่วนเพื่อทดสอบดังนี้

ส่วนที่ 1 ทดสอบการฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษา โดยนำไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษาในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 100 ฟอง โรยใส่กระดาษสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 ซม. เป็นจำนวน 10 ซ้ำ และวางในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ซม. รอบๆกระดาษโรยรำละเอียดบางๆ เพื่อเป็นอาหารของหนอนที่ฟัก และบันทึกการฟักของหนอน (ภาพที่ 3.4)

การหาเปอร์เซ็นต์เบียน และเปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่ โดยการสุ่ม 5 จุด ในพื้นที่ 2x2 ซม. ของแผ่นแตนเบียนไข่ แต่ละจุดมีพื้นที่ 0.5x0.5 ซม. หาค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ที่ถูกเบียนแล้วคูณด้วย 100 หารด้วยจำนวนไข่ทั้งหมดที่สุ่ม (ภาพที่ 3.5)

ส่วนที่ 2 ทดสอบการเบียนของแตนเบียนไข่ โดยโรยไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษาแต่ละกรรมวิธีลงบนแผ่นแตนเบียนไข่ ซึ่งเป็นกระดาษสีขาวที่ทากาวขนาด 2x2 ซม. จำนวน 100 ฟอง จำนวน 10 ซ้ำ นำแผ่นไข่ดังกล่าวผ่านแสงยูวีขนาด 30 วัตต์นาน 15 นาที จากนั้นนำใส่หลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซม. ยาว 15 ซม. แล้วเขี่ยตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่เพศเมียและเพศผู้ใส่จำนวน 10 คู่ บันทึก การเบียน การฟักของแตนเบียนไข่ (ภาพที่ 3.4)

3.1.2.2 การทดสอบกรรมวิธีที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

นำผลการทดลองข้อ 3.1.2.1 พบว่ากรรมวิธีที่เหมาะต่อการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร คือ อุณหภูมิ 12±1℃ และกรรมวิธีการห่อไข่ผีเสื้อข้าวสาร (กระดาษทิชชู่/กระดาษฟอยล์) แต่ยังไม่มีกรรมวิธีและอุณหภูมิที่สามารถเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารสำหรับการฟักเป็นตัวหนอนได้มากกว่า 2 สัปดาห์ อีกทั้ง Ghosha and Ballal (2017) รายงานว่าที่อุณหภูมิ 5±1℃ สามารถเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารได้นานถึง 10-15 วัน จึงนำอุณหภูมิ (5±1℃/12±1℃) และวิธีการเก็บรักษา (กระดาษทิชชู่/กระดาษฟอยล์) มาทดสอบเปรียบเทียบกรรมวิธีที่ให้และไม่ให้ความชื้น โดยนำไข่ผีเสื้อข้าวสารอายุ 24 ชม. ปริมาณ 100 มก. (2,000±250 ฟอง) มาทดสอบการเก็บ

รักษาด้วยห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชู 2 ชั้น ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ 2 ชั้น ใส่กล่องพลาสติกขนาด 3X3x2 ซม. และวางในกล่องขนาด 15x22x8 ซม. ให้ความชื้นโดยนำสำลีชุบน้ำให้หมาด มี 4 กรรมวิธี คือ 1) (T1) ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและให้ความชื้น 2) (T2) ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่กล่องพลาสติกและให้ความชื้น 3) (T3) ใส่ไข่ในกล่องพลาสติกและให้ความชื้น 4) (T4) ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและไม่ให้ความชื้น 5) (T5) ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่กล่องพลาสติกและไม่ให้ความชื้น 6) (T6) ใส่ไข่ในกล่องพลาสติกและไม่ให้ความชื้น (ภาพที่ 3.6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1℃ (ตู้แช่ไวน์ยี่ห้อ Panasonic รุ่น SBC-P729K) และอุณหภูมิ 12±1℃ (ตู้แช่ไวน์ยี่ห้อ Sanden Intercool tempered) เป็นระยะเวลา 1-7 วัน เมื่อครบกำหนดแต่ละวันให้นำไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษาในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 100 ฟอง โรยใส่กระดาษสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 ซม. และวางในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ซม. รอบๆกระดาษโรยรำละเอียดบางๆ เพื่อเป็นอาหารของหนอนที่ฟัก เป็นจำนวน 10 ซ้ำ

บันทึกข้อมูล

น้ำหนักก่อนและหลังการเก็บรักษา, จำนวนไข่ที่ผิดปกติหลังการเก็บรักษา โดยไข่จะมีลักษณะลีบเกิดจากการยุบของเปลือกไข่ และการฟักของหนอน

3.1.2.3 การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสงยูวี

นำไข่ผีเสื้อข้าวสารอายุ 24 ชม. ปริมาณ 100 มก. (2,000±250 ฟอง) มาผ่านแสงยูวีขนาด 30 วัตต์ นาน 15 นาที แล้วนำมาทดสอบการเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ในกระดาษทิชชู 2 ชั้น ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ 2 ชั้น เปรียบเทียบกับไม่มีการห่อ และใส่ในถุงซิปขนาด 9x13 ซม. มี 3 กรรมวิธี คือ 1) ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่ถุงซิป 2) ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่ถุงซิป และ 3) ไม่ห่อไข่ใส่ถุงซิป จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12±1℃ (ตู้แช่ไวน์ยี่ห้อ Sanden Intercool tempered) เป็นระยะเวลา 1- 4 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดแต่ละสัปดาห์ ให้นำไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษาในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 100 ฟอง โรยใส่กระดาษที่กาวขนาด 2x2 ซม. จำนวน 10 ซ้ำ จากนั้นนำใส่หลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซม. ยาว 15 ซม. แล้วเขี่ยตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่เพศเมียและเพศผู้ใส่จำนวน 10 คู่ บันทึก น้ำหนักก่อนและหลังการเก็บรักษา การเบียน การฟักของแตนเบียนไข่ (ภาพที่ 3.7)

3.1.3 การเก็บรักษาดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร

นำดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร อายุ 1 วันและ 5 วัน จำนวนอายุละ 20 ดักแด้ ใส่ในกล่องขนาด 6x6x3 ซม. จำนวน 4 ซ้ำ แล้วนำใส่ในกล่องขนาด 15x22x8 ซม. นำมาทดสอบการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 5±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C โดยเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษา 2 กรรมวิธี คือ (ภาพที่ 3.9)

1) กรรมวิธีให้ความชื้น โดยนำสำลีชุบน้ำให้หมาด ใส่ในกล่องขนาด 3x3x2 ซม. วางในกล่องที่ภายในกล่องมีกล่องใส่ดักแด้ ปิดฝากล่องและห่อกล่องด้วยอลูมิเนียมฟอยล์

2) กรรมวิธีไม่ให้ความชื้น เตรียมกล่องใส่ดักแด้ เช่นเดียวกับข้อ 1) แต่ไม่มีการให้ความชื้น

บันทึกผล หลังการเก็บรักษา ที่ 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ นำดักแด้ออกมาฟักที่ อุณหภูมิห้อง 25±1 °C บันทึกการฟักเป็นตัวเต็มวัยของผีเสื้อข้าวสาร

ลักษณะของดักแด้ที่มีอายุ 1 วัน มีสีเหลืองส้ม สีตาและลายเส้นบนเปลือกดักแด้ยังมองไม่เห็นชัดเจน ส่วนดักแด้อายุ 5 วัน ดักแด้มีสีส้มปนน้ำตาล สีตาดำ ลายเส้นบนเปลือกดักแด้มองเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 3.8)

3.2 การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่

3.2.1 การเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

นำแตนเบียนไข่ระยะดักแด้อายุ 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน ปริมาณ 22 มก. (1,000±150 ฟอง) มาทดสอบการเก็บรักษาด้วยการห่อดักแด้อายุต่างๆในกระดาษทิชชู 2 ชั้น และไม่มีการห่อ แล้วใส่ภาชนะเหมือนกันคือ ใส่กล่องพลาสติกขนาด 3X3x2 ซม. ใส่ในถุงซิปขนาด 9x13 (ภาพที่ 3.10) จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1℃ (ตู้ควบคุมยี่ห้อ VELP Scientifica รุ่น FOC 215I) อุณหภูมิ 8±1℃ (ตู้แช่ไวน์ยี่ห้อ Panasonic รุ่น SBC-P729K) และอุณหภูมิ 12±1℃ (ตู้แช่ไวน์ยี่ห้อ Sanden Intercool tempered) เป็นระยะเวลา 1- 9 สัปดาห์ เมื่อครบแต่ละสัปดาห์แบ่งดักแด้ที่ได้จากการเก็บรักษาเป็น 2 ส่วน เพื่อทดสอบดังนี้

ส่วนที่ 1 ทดสอบการฟักของแตนเบียนไข่ โดยโรยดักแด้แตนเบียนไข่ที่ผ่านการเก็บรักษาแต่ละกรรมวิธีลงบนกระดาษสีขาวที่ทากาวขนาด 2x2 ซม. จำนวน 100 ดักแด้ จากนั้นนำใส่หลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ยาว 15 ซม. จำนวน 10 ซ้ำ ปล่อยฟักในอุณหภูมิ 25±2℃

ส่วนที่ 2 ทดสอบการเบียนและการฟักของแตนเบียนไข่ โดยโรยไข่ผีเสื้อข้าวสารอายุ 24 ชม. จำนวน 500 ฟอง ลงบนกระดาษสีขาวที่ทากาวขนาด 2x2 ซม. นำแผ่นไข่ดังกล่าวผ่านแสงยูวีขนาด 30 วัตต์ นาน 15 นาที จากนั้นนำแผ่นไข่ใส่หลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ยาว 15 ซม. แล้วเขี่ยตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่เพศเมียและเพศผู้ที่ผ่านการเก็บรักษาแต่ละกรรมวิธีใส่ในหลอดจำนวน 1 คู่ จำนวน 10 ซ้ำ และปล่อยฟักในห้องเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±2℃

การบันทึกข้อมูล

จำนวนการเบียนและการฟักของแตนเบียนไข่ ลักษณะของแตนเบียนไข่ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะมีลักษณะปีกกุด และหนวดสั้นกว่าปกติ

3.2.2 การทดสอบสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อการเบียนแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร

นำไข่ผีเสื้อข้าวสารอายุ 24 ชม. โรยบนแผ่นกระดาษที่ทากาวขนาด 2x2 ซม. แล้วนำไปเรียงใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 10.5x25.5x2 ซม. จำนวน 40 แผ่น/กล่อง และนำไปผ่านแสงยูวีที่หลอดไฟขนาด 30 วัตต์ เป็นเวลา 15 นาที เพื่อไม่ให้ไข่ฟักเป็นตัวหนอน แล้วนำแผ่นไข่ที่ผ่านแสงยูวีมาทดสอบสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร 4 กรรมวิธี จำนวน 10 ซ้ำ คือ 1) 1 : 5, 2) 1 : 10, 3) 1 : 15 และ 4) 1 : 20 ทดสอบในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±2℃ (ภาพที่ 3.11)

การบันทึกข้อมูล

การเบียน การฟัก และสัดส่วนเพศของแตนเบียนไข่

3.2.3 การทดสอบการเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

ปัจจุบันการผลิตแผ่นแตนเบียนไข่ โดยวิธีโรยไข่บนแผ่นกระดาษที่ทากาวและให้แตนเบียนเข้าเบียน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากใช้เวลานานช่วงทากาวเมื่อต้องผลิตปริมาณมาก จึงทดสอบการใช้วิธีการอื่นๆในการผลิตดักแด้แตนเบียนเพื่อให้สามารถผลิตแผ่นดักแด้แตนเบียนไข่ได้รวดเร็ว จึงนำผลการทดลองจากข้อ 3.2.2 ที่

ได้สัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารคือ 1:10 เมื่อสัดส่วนพ่อแม่พันธ์ 1:1 มาทดสอบการเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่ โดยนำไข่เสื้อข้าวสารอายุ 24 ชม. มาโรยในกล่องพลาสติกและกระดาษขนาด 5.5x7.3 ซม. มี 4 กรรมวิธี จำนวน 10 ซ้ำ คือ 1) โรยไข่ลงในกล่องพลาสติกให้เป็นชั้นเดียว 2) โรยไข่ลงบนกระดาษไขที่ทาน้ำเปล่า 3) โรยไข่ลงบนกระดาษ 180 แกรม ที่ทาน้ำเปล่า และ 4) โรยไข่ลงบนกระดาษ 180 แกรม ที่ทากาว (กรรมวิธีควบคุม) (ภาพที่ 3.12) จากนั้นนำไปผ่านแสงยูวีหลอดไฟขนาด 30 วัตต์ เป็นเวลา 15 นาที แล้ววางแผ่นแตนเบียนไข่ขนาด 2x2 ซม. ตรงกลางแต่ละกรรมวิธี ปล่อยให้แตนเบียนไข่ฟักจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ หลังจากนั้น 7 วัน เก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่ ออกจากกระดาษไขและกระดาษ 180 แกรม โดยทาน้ำบริเวณด้านหลังกระดาษเพื่อให้ความชื้น แล้ววางทิ้งไว้ 30 วินาที ส่วนกระดาษ 180 แกรม ทาน้ำแล้ววางทิ้งไว้ 1 นาที หลังจากนั้นใช้แปรงปัดดักแด้ออก และการเก็บเกี่ยวออกจากกล่องพลาสติก โดยใช้แปลงปัดดักแด้ออกจากกล่องพลาสติก บันทึกการเบียน การฟัก สัดส่วนเพศของแตนเบียนไข่ และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่

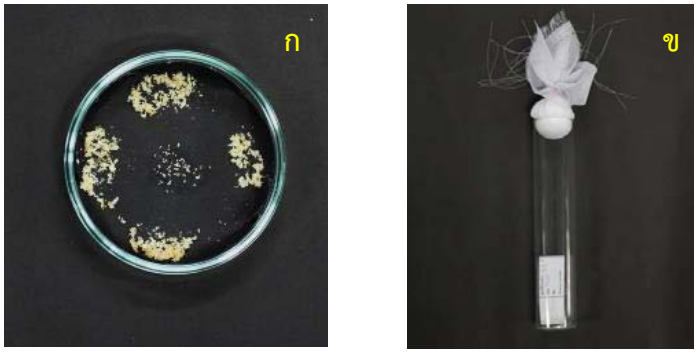
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร
ก. ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ปนเปื้อนด้วยเกล็ดปีกผีเสื้อ
ข. ตะแกรงร่อนแป้ง 2 ชั้น ที่ใช้ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร
ค. ลักษณะรูตะแกรงมุ้งลวด

ภาพที่ 3.2 ลักษณะตะแกรงที่ใช้ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

ภาพที่ 3.3 วิธีการทดสอบการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

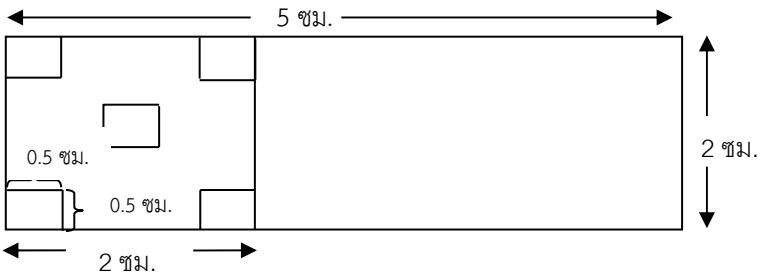
ก. ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูและใส่ในถุงซิป ข. ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิป

ค. ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์และใส่ในถุงซิป ง. ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิป

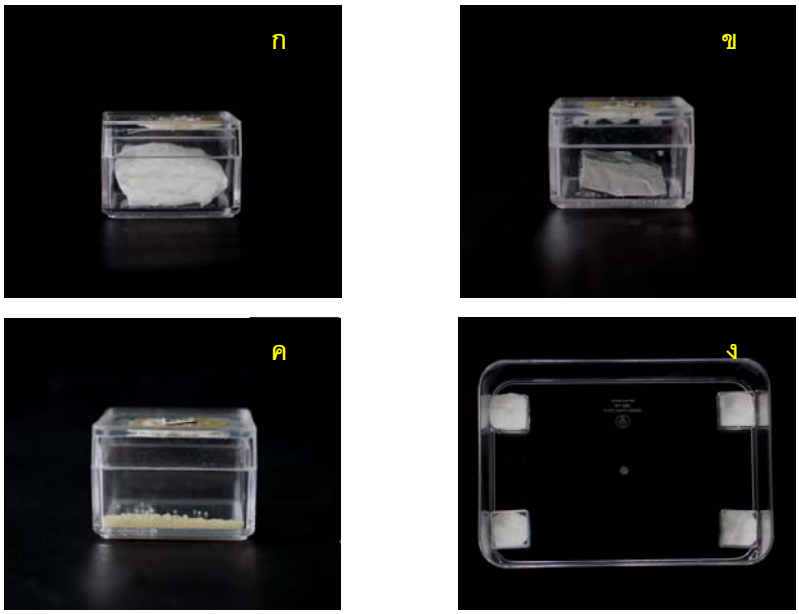


ภาพที่ 3.4 การเช็คเปอร์เซ็นต์การฟักหลังผ่านการเก็บรักษา

ก. ไข่ผีเสื้อข้าวสาร ข. แตนเบียนไข่



ภาพที่ 3.5 การสุ่มนับเปอร์เซ็นต์การเบียนและการฟักของแตนเบียนไข่



ภาพที่ 3.6 วิธีการทดสอบการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

ก. ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติก

ข. ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่กล่องพลาสติก

ค. ไม่ห่อไข่ใส่กล่องพลาสติก

ง. ลักษณะการให้ความชื้นในกล่อง

ภาพที่ 3.7 วิธีการทดสอบการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

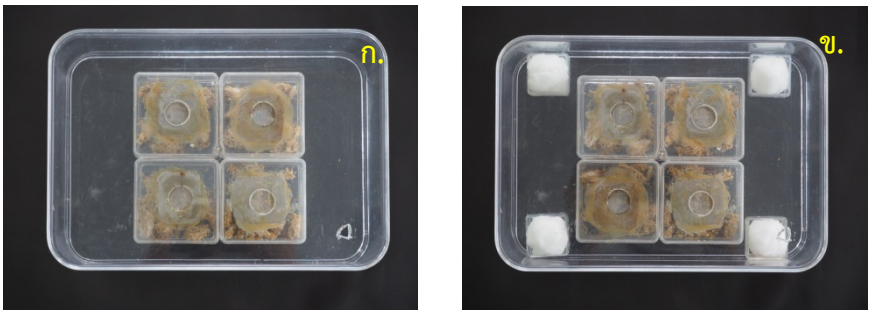
ก. ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติก

ข. ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่กล่องพลาสติก

ค. ไม่ห่อไข่ใส่กล่องพลาสติก

ภาพที่ 3.8 ลักษณะดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร

ก. ดักแด้อายุ 1 วัน ข. ดักแด้อายุ 5 วัน



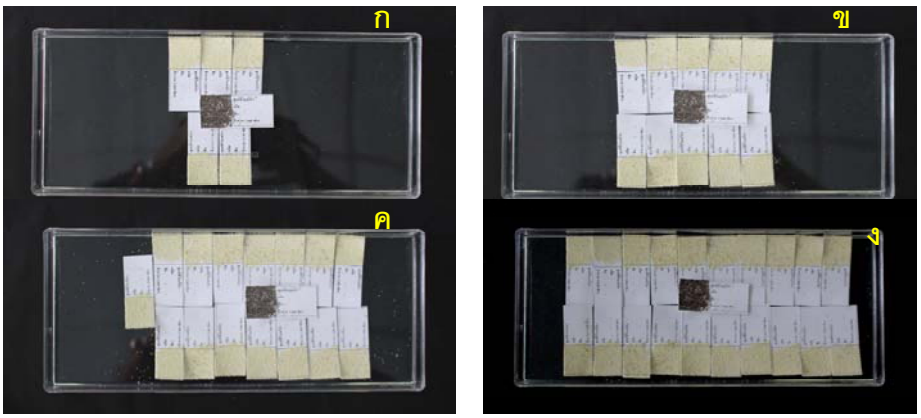
ภาพที่ 3.9 ขั้นตอนการเก็บรักษาดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร

ก. ไม่ให้ความชื้น ข.-ค. ให้ความชื้น

ภาพที่ 3 เก็บรั

ก. ห่อดักแด้ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิป

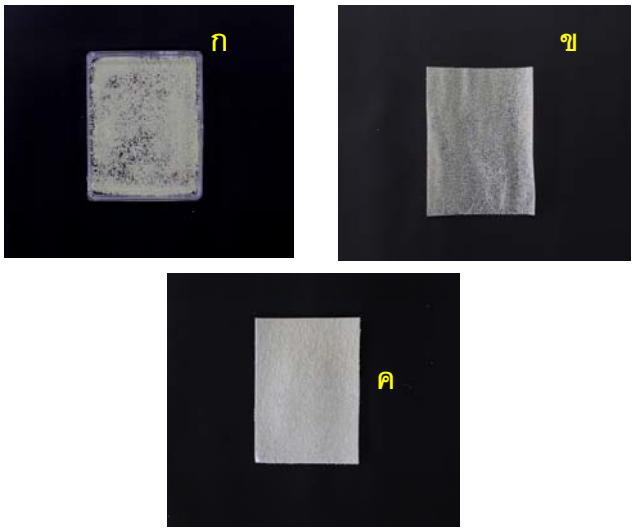
ข. ไม่ห่อดักแด้ใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิป



ภาพที่ 3.11 ลักษณะการวางแผ่นแตนเบียนไข่บนแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารในสัดส่วนต่างๆ

ก. 1 : 5 ข. 1 : 10

ค. 1 : 15 ง. 1 : 20



ภาพที่ 3.12 กรรมวิธีการโรยไข่ผีเสื้อข้าวสาร

ก. กล่องพลาสติก

ข. กระดาษไข

ค. กระดาษ 180 แกรม

3.3 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู

3.3.1 การลดขั้นตอนเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อน

นำกลุ่มไข่ระยะ black head จำนวน 50 ฟอง/กล่องใส่ในกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 21x15x7 ซม. ที่มีข้าวโพดฝักอ่อนหั่นตามขวาง 150 กรัม/กล่อง เปลี่ยนอาหารครั้งแรกเมื่อหนอนอายุ 7 วัน จากนั้นเปลี่ยนอาหารทุก 3 วัน ซึ่งวิธีการที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้ดำเนินการจดอนุสิทธิบัตร ตามชื่ออนุสิทธิบัตร “กรรมวิธีเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อน” แต่วิธีการเลี้ยงดังกล่าวต้องใช้ Forceps คีบตัวหนอนทีละตัว เพื่อเปลี่ยนอาหารในแต่ละครั้งทำให้สิ้นเปลืองเวลา จึงทดสอบการลดขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหนอนและดักแด้ของหนอนกอสีชมพูที่มีเศษมูลและอาหารติดลำตัว ด้วยการล้างทำความสะอาดหนอนใช้หนอนจำนวน 1 กล่องเทลงในตะแกรงขนาด 2,000 ไมครอน ล้างหนอนผ่านก๊อกน้ำที่มีหัวกรอง ช่วยให้น้ำกระจายเป็นฝอยและลดความแรงของน้ำ นาน 1-2 นาที เพื่อให้เศษอาหารและมูลหลุดออกจากตัวหนอนและดักแด้ จากนั้นนำไปซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู โดยใช้หนอนกอสีชมพูจำนวน 50 ตัว/ครั้ง ทดสอบจำนวน 4 ซ้ำ บึกทึกผลการรอดระยะหนอน และดักแด้

3.3.2 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียม

3.3.2.1 การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู

จากการศึกษาและพัฒนาสูตรอาหารเทียมในปี 2559 จำนวน 4 สูตร จากสูตรของ Songa et al. 2001) คือ สูตร 1, สูตร 2, สูตร 3 และสูตร 4 พบว่า อาหารเทียมที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู เนื่องจากในอาหารเทียมสูตร 4 ที่มีการรอดชีวิตระยะหนอน 87.20% แต่ระยะดักแด้มีรอดชีวิตต่ำ 48.33% และใช้ระยะการเจริญเติบโตระยะหนอนนานเฉลี่ย 98 วัน ซึ่งทำให้

สิ้นเปลืองเวลา และเพิ่มต้นทุนการผลิต ส่วนอาหารเทียมสูตร 1 แม้ว่าการรอดชีวิตระยะหนอนจะต่ำ 39.20% แต่ดักแด้มีการรอดชีวิตสูงถึง 89.28% และยังมีระยะหนอนเฉลี่ยเพียง 42.43 วัน จึงได้มีการพัฒนาอาหารเทียมสูตร 5 ขึ้นมาใหม่โดยปรับสูตร 1 และ สูตร 4 ซึ่งเปลี่ยนแหล่งโปรตีนของอาหารเทียมสูตร 1 จากถั่วแดงบดละเอียดเป็นกากถั่วเหลือง และเพิ่ม Vitamin stock (ตารางที่ 3.1)

3.3.2.2 วิธีการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียม

นำแผ่นไข่หนอนกอสีชมพูที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยแช่ในแอลกอฮอล์ 70% นาน 90 วินาที จากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู ใช้เข็มหมุดปักกลุ่มไข่นำไปเสียบบนอาหารเทียมที่เตรียมไว้ ในกล่องกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. สูง 13 ซม. จำนวน 70 มล./กล่อง ตัดกลุ่มไข่หนอนกอสีชมพูระยะ black head จำนวน 20 ฟอง/กล่อง เปลี่ยนอาหารหนอนทุก 14 วัน จนหนอนพัฒนาเข้าดักแด้ บันทึกผล เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตระยะหนอน ดักแด้ ตัวเต็มวัยและสัดส่วนเพศ จำนวนไข่ที่ได้ต่อตัวเต็มวัย 1 ตัวการวางไข่ของตัวเต็มวัยหนอนกอสีชมพู และคำนวณต้นทุนการผลิตหนอนกอสีชมพู

3.3.2.3 การลดขั้นตอนเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียมสำเร็จรูป

จากผลการทดสอบข้อ 3.4.2.2 พบว่าอาหารเทียมสูตร 5 เป็นอาหารเทียมที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูในห้องปฏิบัติการได้ ดังนั้นจึงได้นำอาหารเทียมสูตร 5 มาทดสอบการลดขั้นตอนการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โดยนำแผ่นไข่หนอนกอสีชมพูระยะ black head 50 ฟอง ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการแช่ในแอลกอฮอล์ 70% นาน 90 วินาที ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูใช้เข็มหมุดปักกลุ่มแล้วนำไปเสียบบนอาหารเทียมที่เตรียมไว้ในกล่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. สูง 13 ซม. จำนวน 70 กรัม/กล่อง เลี้ยงจนหนอนอายุ 14 วัน และ 28 วัน นำไปลดขั้นตอนโดยการล้างทำความสะอาดเพื่อให้มูลและเศษอาหารหลุดจากตัวหนอนใช้หนอนจำนวน 1 กล่อง/หนอน 50 ตัว/ครั้ง โดยใช้ตะแกรงขนาด 2,000 ไมครอน ล้างผ่านก๊อกน้ำที่มีหัวกรอง ช่วยให้น้ำกระจายเป็นฝอย และลดความแรงของน้ำ นาน 1-2 นาที จากนั้นนำไปซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู บันทึกผล การรอดระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ เวลาในการเปลี่ยนอาหาร

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของอาหารเทียมที่ใช้เลี้ยงหนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens*

ส่วนผสม	สูตร Songaet al. (2001)	สูตร 1	สูตร 4	สูตร 5
ส่วนที่ 1:				
ใบข้าวโพดบด(ก.)	30.24	30.23	-	30.23
ถั่วแดงบด (ก.)	106.08	106.05	-	-
กากถั่วเหลือง (ก.)	-	-	168.0	106.05
จมูกข้าวสาลี (ก.)	-	-	38.40	-
Brewer's yeast (ก.)	27.24	27.23	33.12	36.00
Ascorbic acid (ก.)	3	3.00	3.00	3.00
Sorbic acid (ก.)	1.56	1.56	1.56	1.56
Methyl-p-hydroxybenzoate (ก.)	2.4	2.40	2.40	2.40
Vitamin E capsules (200 iu) (มล.)	2.52	2.52	-	2.52
Vitamin stock	-	-	-	15
Sucrose	42.24	-	-	-

น้ำตาลทราย (ก.)	-	42.00	36.12	42.00
น้ำกลั่น (มล.)	483.72	500.00	500.00	500
Formaldehyde 40% (มล.)	2.4	2.40	2.40	2.40
ส่วนที่ 2:				
วุ้น (ก.)	15.12	15.12	15.00	15.12
น้ำกลั่น (มล.)	483.72	460.00	400.00	460

3.4 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน

3.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของแตนเบียนหนอน *C. flavipes* จากหนอนกอสีชมพู ในห้องปฏิบัติการ

นำหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน และอาหารเทียมสูตร 5 มาทำการทดสอบประสิทธิภาพการเบียน โดยคัดเลือกหนอนที่แข็งแรงวัย 3 อายุประมาณ 9-12 วัน (ขนาดความยาวลำตัวประมาณ 2.0-2.5 ซม.) จากนั้นนำแตนเบียนที่ผ่านการผสมพันธุ์นาน 24 ชั่วโมง โดยใช้แตนเบียนหนอน 1 ตัว/หนอนกอสีชมพู 1 ตัว จำนวน 20 ซ้ำ จากนั้นนำหนอนกอสีชมพูที่ผ่านการเบียนแล้วนำมาเลี้ยงในอาหารแต่ชนิดต่อไปจนได้ดักแด้แตนเบียนหนอน บันทึก จำนวนดักแด้แตนเบียนต่อตัวหนอนกอสีชมพู เปอร์เซ็นต์การฟักของแตนเบียน สัดส่วนเพศ อายุของตัวเต็มวัยแตนเบียนหนอนทั้งเพศผู้และเพศเมีย (โดยสุ่มตัวเต็มวัยแตนเบียนที่เบียนหนอนในอาหารทั้ง 2 ชนิด จำนวน 20 ตัว/เพศ/ชนิดอาหาร นำตัวเต็มวัยในใส่หลอดทดลองเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 ซม. สูงขนาด 7.5 ซม. 1 ตัว/หลอด ใช้กระดาษกรองขนาด 0.5x2.5 ซม. จุ่มน้ำผึ้งความเข้มข้น 10% เป็นอาหารเติมอาหารทุกวัน จนตัวเต็มวัยแตนเบียนตาย) (ภาพที่ 3.13) วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ t-test

3.4.2 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน

3.4.1.1 การเบียนหนอนแบบเดี่ยว ใช้ปากคีบ คีบตัวหนอนให้แตนเบียนเข้าเบียนโดยหย่อนตัวหนอนลงในรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซม. ของกล่องกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. สูง 7 ซม. ปล่อยให้ตัวเต็มวัยเพศเมียเข้ามาเบียนหนอนจากนั้นนำไปเลี้ยงต่อในข้าวโพดฝักอ่อนจนแตนเบียนหนอนเข้าดักแด้ ทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ เปรียบเทียบกับหนอนกอสีชมพูที่ไม่ผ่านการล้างน้ำ บันทึกผล จำนวนดักแด้แตนเบียน/หนอนกอสีชมพู 1 ตัว เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัย และสัดส่วนเพศ

3.4.1.2 การเบียนหนอนแบบหมู่ นำตัวเต็มวัยแตนเบียนหนอนเพศเมียจำนวน 20 ตัว ที่ผ่านการผสมพันธุ์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใส่ลงไปในกล่องที่มีหนอนกอสีชมพูวัย 3 จำนวน 20 ตัว โดยให้เบียนนาน 10, 20 และ 30 นาที จากนั้นดูดตัวเต็มวัยแตนเบียนหนอนออกเลี้ยงหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อนจนได้ดักแด้แตนเบียน บันทึกผล จำนวนแตนเบียนหนอนที่ถูกหนอนสีชมพูกอกัดเปอร์เซ็นต์การเบียน เปอร์เซ็นต์การฟักและสัดส่วนเพศ

3.4.3 การเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*

นำดักแด้แตนเบียนหนอนระยะ Pre-black head อายุ 1-2 วัน, อายุ 3-4 วัน และระยะ black head อายุ 5-6 วันจำนวน 20 ดักแด้ คือ ไม่ห่อดักแด้ และห่อดักแด้ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 5.6X5.6x3 ซม. ที่มีกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้ (ภาพที่ 3.14-3.15)

กรรมวิธีที่ 1 ดักแด้ระยะ Pre-black head อายุ 1-2 วันไม่ห่อดักแด้

กรรมวิธีที่ 2 ดักแด้ระยะ Pre-black head อายุ 1-2 วันห่อดักแด้ด้วยกระดาษฟอยล์

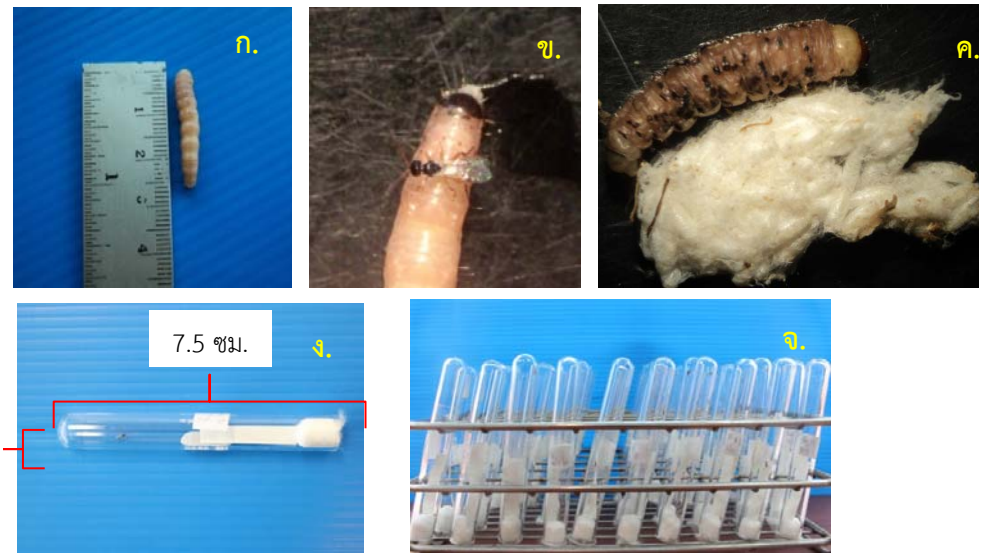
กรรมวิธีที่ 3 ดักแด้ระยะ Pre-black head อายุ 3-4 วันไม่ห่อดักแด้

กรรมวิธีที่ 4 ดักแด้ระยะ Pre-black head อายุ 3-4 วันห่อดักแด้ด้วยกระดาษฟอยล์

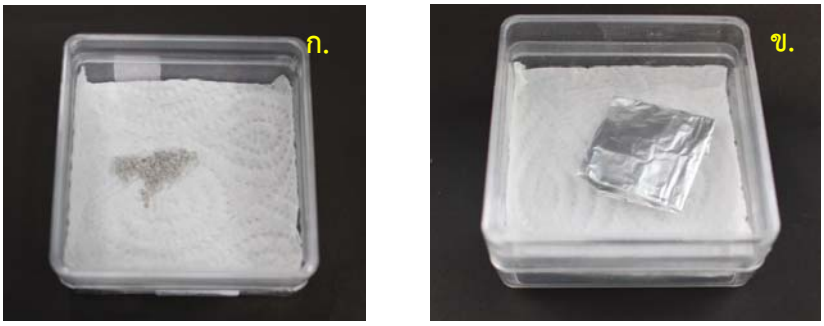
กรรมวิธีที่ 5 ดักแด้ระยะ Black head อายุ 5-6 วันไม่ห่อดักแด้

กรรมวิธีที่ 6 ดักแด้ระยะ Black head อายุ 5-6 วัน ห่อดักแด้ด้วยกระดาษฟอยล์

นำไปเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 8±0.32°Cความชื้นสัมพัทธ์ 47-60%, 10±0.15 °Cความชื้นสัมพัทธ์ 62-74%และ 12±0.50°Cความชื้นสัมพัทธ์ 40-57% นาน 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์เมื่อครบกำหนดในแต่ละสัปดาห์นำดักแด้มาปล่อยให้แตนเบียนฟักที่อุณหภูมิปกติ 25±2 °C บันทึกผล เปอร์เซ็นต์การฟัก อายุของตัวเต็มวัยแตนเบียน



ภาพที่ 3.13 ขั้นตอนการศึกษาประสิทธิภาพของแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* ในห้องปฏิบัติการ
ก. หนอนกอสีชมพูวัย 3-4 ที่เหมาะสมต่อการเบียน ข. แตนเบียนเบียนหนอนกอสีชมพู
ค. กลุ่มดักแด้แตนเบียนหนอนที่ออกจากหนอนกอสีชมพูหลังถูกเบียน
ง.- จ. หลอดทดลองที่ใช้บรรจุตัวเต็มวัยแตนเบียนหนอนเพื่อบันทึกอายุ



ภาพที่ 3.14 ลักษณะของภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*
ก. ไม่ห่อดักแด้ ข. กล่องห่อดักแด้ด้วยกระดาษฟอยล์

ภาพที่ 3.15 ลักษณะดักแด้แตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* อายุต่างๆ ที่ในการทดสอบ
ก. ระยะ Pre-black head (อายุ 1-2 วัน) ข. ระยะ Pre-black head (อายุ 3-4 วัน)
ค. ระยะ Black head (อายุ 5-6วัน)

บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 การพัฒนาการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารเชิงอุตสาหกรรม

4.1.1 การทดสอบการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

4.1.1.1 การทดสอบด้วยตะแกรงขนาดต่างๆ

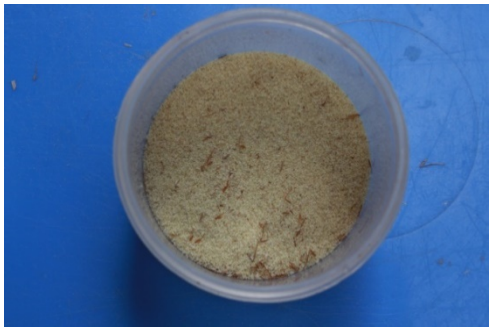
การทดสอบการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ปนเปื้อนด้วยเกล็ดปีกผีเสื้อข้าวสารและอื่นๆน้ำหนัก 10 ก. ด้วยการเทผ่านตะแกรงมุ้งลวดขนาด 600 ไมครอน พบว่า สามารถแยกเกล็ดปีก ส่วนขาของตัวเต็มวัย และส่วนของไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ติดกันเป็นก้อนได้ 20% ซึ่งมีไข่ที่ผ่านตะแกรงมุ้งลวดได้ 80% แต่ยังมีส่วนขาของผีเสื้อปนเปื้อน (ภาพที่ 4.1) จึงนำไข่ที่ได้ทำความสะอาดครั้งที่ 2 ด้วยวิธีการใช้ตะแกรงร่อนแป้ง 2 ชั้น ที่มีขนาดรูตะแกรง 540 ไมครอน ซึ่งในตะแกรงชั้นที่ 1 สามารถแยกส่วนขาออกจากไข่ได้ 3.8% และตะแกรงชั้นที่ 2 แยกส่วนขาได้ 0.4% (ภาพที่ 4.2) ซึ่งการทำความสะอาดไข่ใน 2 ขั้นตอน ช่วยแยกเกล็ดปีกและขาของตัวเต็มวัยได้ 24.34% และได้น้ำหนักไข่ที่ผ่านการทำความสะอาด 7.58 ก. แต่ในการทำความสะอาดทั้ง 2 ขั้นตอน ยังพบส่วนขาของตัวเต็มวัยปนเปื้อน (ภาพที่ 4.2) และเมื่อนำไข่มาทำความสะอาดอีกครั้งด้วย การเปรียบเทียบตะแกรงคัดแยก 3 ขนาด พบว่า สามารถทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร โดยไม่มีเกล็ดปีกปนเปื้อนทั้ง 3 ขนาด แต่ตะแกรงที่มีรูขนาด 508 ไมครอน ไข่ผีเสื้อข้าวสารผ่านรูตะแกรงได้จำนวนน้อยที่สุด เนื่องจากมีรูขนาดเล็กทำให้ไข่ติดอยู่ในรูตะแกรงไข่ฟองอื่นจึงไม่สามารถผ่านลงไปได้ (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.3)

ตารางที่ 4.1 การใช้ตะแกรงขนาดต่างๆในการแยกเกล็ดปีกผีเสื้อออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร

การทำความสะอาดครั้งที่	อุปกรณ์	ขนาดรูตะแกรง (μ)	น้ำหนักไข่ผ่านตะแกรง (ก.) (%)	
			ก่อน	หลัง
1	ตะแกรงมุ้งลวด	600	10 (100)	8 (80)
2	ตะแกรงร่อนแป้งชั้นที่ 1	540	8 (80)	7.62 (76.2)
3	ตะแกรงร่อนแป้ง ชั้นที่ 2	540	7.62 (76.2)	7.58 (75.8)
4	ตะแกรง	508	7.58 (75.8)	1.96 (19.6)
4	ตะแกรง	610	7.58 (75.8)	7.16 (71.6)
4	ตะแกรง	686	7.58 (75.8)	7.24 (72.4)

1. ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ไม่ผ่านการทำความสะอาด

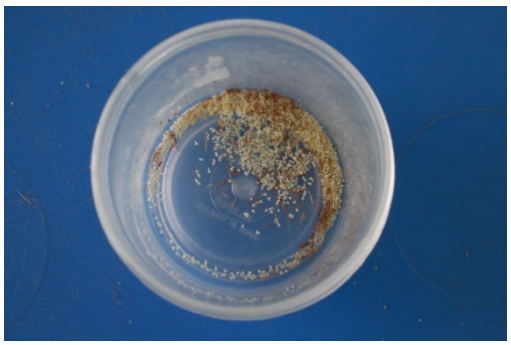
2. เกล็ดปีกและไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ไม่ผ่านตะแกรงมุ้งลวดขนาด 600 ไมครอน



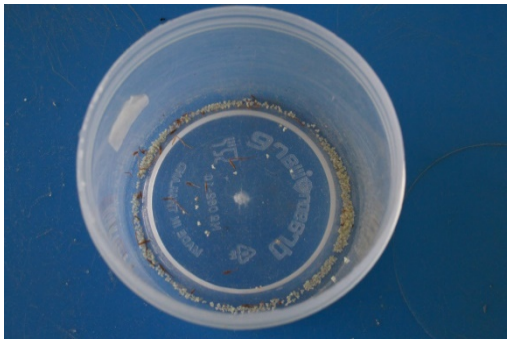
3. ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยตะแกรงมุ้งลวดครั้งที่ 1

ภาพที่ 4.1 การทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านตะแกรงมุ้งลวด

1. ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ได้จากการทำความสะอาดครั้งที่ 1 นำมาร่อนด้วยตะแกรงร่อนแป้ง 2 ชั้น



2. ไข่ผีเสื้อข้าวสารและสิ่งปนเปื้อนที่ค้างบนตะแกรงร่อนแป้งชั้นที่ 1



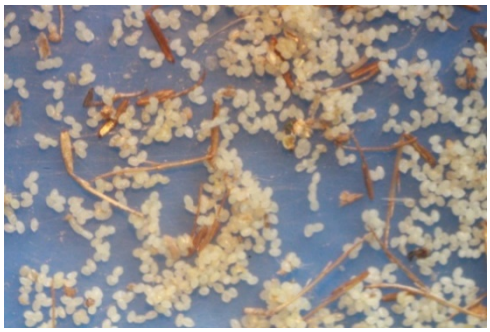
3. ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่และสิ่งปนเปื้อนที่ค้างบนตะแกรงร่อนแป้งชั้นที่ 2

4. ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยตะแกรงร่อนแป้ง 2 ชั้น

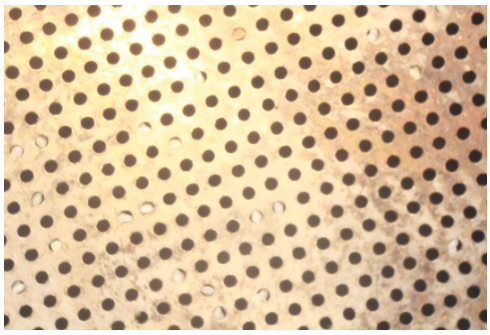
ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านตะแกรงร่อนแป้ง 2 ชั้น ขนาด 540 μ

1. ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ได้จากการร่อนทำความสะอาด ครั้งที่ 3

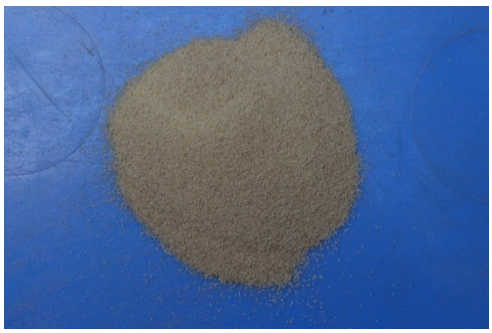
2. นำไข่ที่ได้มาร่อนทำความสะอาดด้วยตะแกรง 3 ขนาด



3. ลักษณะเกล็ดปีกและไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ไม่ผ่านตะแกรง



4. ไข่ที่ไม่ผ่านรูตะแกรงจะติดแน่นในรูตะแกรง ขนาด 508 ไมครอน



5. ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการทำความสะอาดด้วย ตะแกรงทั้ง 3 ขนาด

ภาพที่ 4.3 การทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยตะแกรง 3 ขนาด (508 μ, 610 μ และ 686 μ)

4.1.1.2 การทดสอบขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสมต่อการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

การทดสอบขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสมด้วยตะแกรง 2 ชั้น ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ปนเปื้อนด้วยเกล็ดปีกผีเสื้อที่มีน้ำหนักรวม 13 ก. พบว่า วิธีการที่ 1 การใช้ตะแกรงที่มีรูขนาด 686 และ 610 ไมครอน ไข่ผีเสื้อข้าวสารสามารถผ่านตะแกรงทั้ง 2 ชั้นได้ 88% และแยกส่วนของขาและเกล็ดปีกออกได้ 15% ซึ่งในแต่ละชั้นของการทำความสะอาดพบเกล็ดปีก ขา และไข่ ที่ติดกันเป็นก้อนติดอยู่ที่ตะแกรงแต่ละชั้น และในวิธีการที่ 2 ใช้ตะแกรงที่มีรูขนาด 686 และ 508 ไมครอน พบว่า ไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านตะแกรงทั้ง 2 ชั้น ได้ 76% และในระหว่างการร่อนทำความสะอาดพบมีฝุ่นติดอยู่ระหว่างตะแกรงทั้ง 2 ชั้น (ตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.4)

ตารางที่ 4.2 การใช้ตะแกรง 2 ชั้นทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

วิธีการที่ 1	น้ำหนักก่อนผ่านตะแกรง (ก.) (%)	ส่วนที่ไม่ผ่านตะแกรง (ก.)
ชั้นที่ 1 686 µ	13 (100)	0.85
ชั้นที่ 2 610 µ	-	0.72
น้ำหนักไข่ที่ผ่านตะแกรงทั้ง 2 ชั้น (ก.)	11.43 (88)	
วิธีการที่ 2		
ชั้นที่ 1 686 µ	13 (100)	0.69
ชั้นที่ 2 508 µ	-	2.42
น้ำหนักไข่ที่ผ่านตะแกรงทั้ง 2 ชั้น (ก.)	9.89 (76)	

1. ตะแกรง 2 ชั้นขนาด 686 และ 610 ไมครอน

2. ตะแกรง 2 ชั้นขนาด 686 และ 508 ไมครอน

3. เกล็ดปีกและขาของตัวเต็มวัยที่ไม่ผ่านตะแกรง

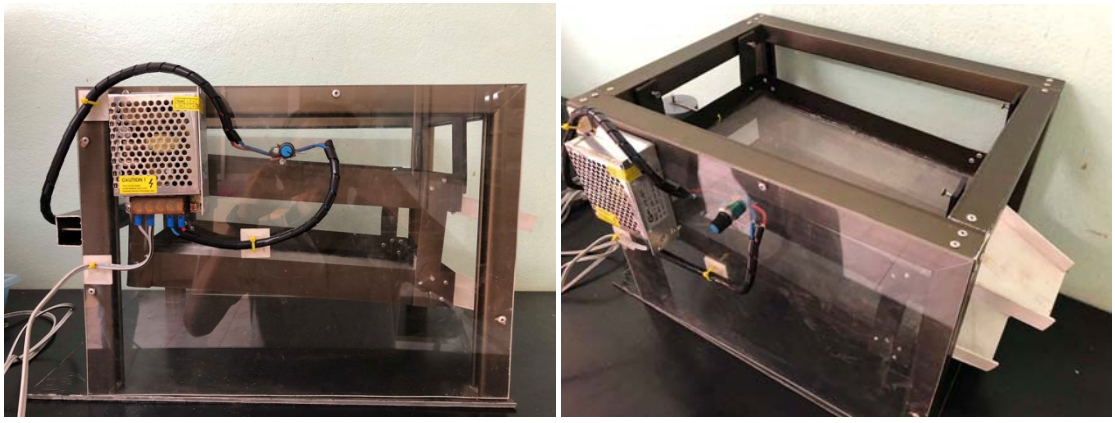
4. เกล็ดปีกที่อุดตันที่รูตะแกรงทำให้ไข่ไม่สามารถผ่านรูตะแกรงได้

5. ไข่ที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยตะแกรง 2 ชั้น

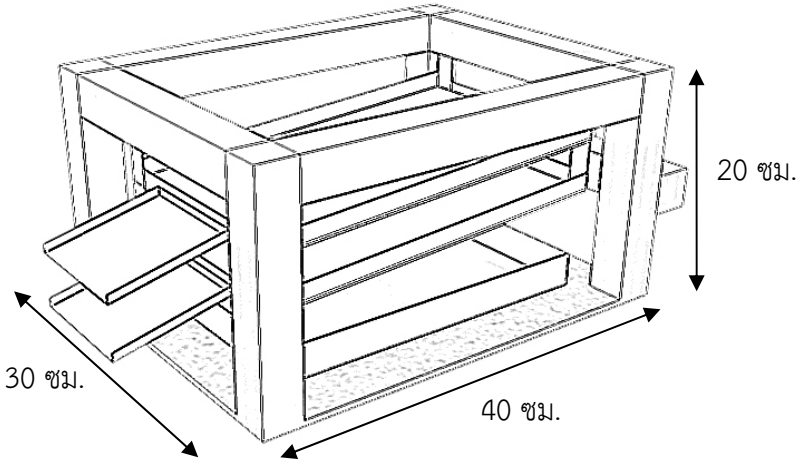
ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยตะแกรงคัดแยก 2 ชั้น

4.1.1.3 การพัฒนาอุปกรณ์การแยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร

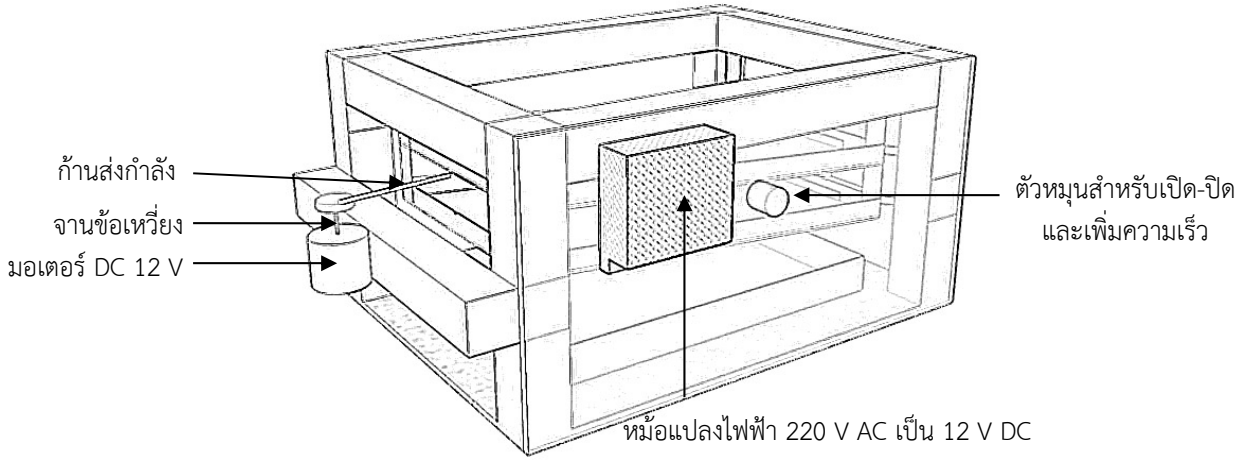
อุปกรณ์ต้นแบบแยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสารขนาด 30x40x20 ซม. (ภาพที่ 4.5 และ 4.6) กลไกการทำงานของเครื่องมีหม้อแปลงไฟฟ้า (Power supply) 12 V 5 A 60 W ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้าในบ้าน) ส่งกระแสไฟฟ้าไปยังปุ่มเปิด-ปิด เมื่อเปิดเครื่องด้วยปุ่มเปิด-ปิด กระแสไฟฟ้าจะส่งไปยังมอเตอร์ DC 12 V ขนาด 20 W ด้านหลังของอุปกรณ์แยกเกล็ดปีก มีจานข้อเหวี่ยงและก้านส่งกำลังช่วยในการเขย่าเกล็ดปีกและไข่ผีเสื้อข้าวสารให้แยกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร (ภาพที่ 4.7) ด้านในของอุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสารเป็นถาดสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 ชั้นที่ทำด้วยอลูมิเนียม ภายในของถาดชั้นที่ 1 ทำหน้าที่แยกส่วนขาออกจากไข่ และชั้นที่ 2 แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยตะแกรงที่มีรูกลมขนาด 686 และ 610 ไมครอน จะช่วยให้ส่วนของขาและเกล็ดปีกอยู่ด้านบนของตะแกรง ด้านหน้าของตะแกรงแต่ละชั้นมีถาดพลาสติกเป็นตัวนำเกล็ดปีกออกจากตะแกรงแต่ละชั้นยังถาดรองรับด้านนอก ด้านล่างของตะแกรงชั้นที่ 2 จะมีถาดรองรับไข่ผีเสื้อ ข้าวสารที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว โครงสร้างภายนอกเป็นอลูมิเนียมสีชา ด้านข้างของโครงอลูมิเนียมปิดด้วยแผ่นอะคริลิก เพื่อป้องกันเกล็ดปีกและส่วนขาฟุ้งกระจาย (ภาพที่ 4.8) และจากการทดสอบเครื่องทำความสะอาดไข่กลไกการทำงานสามารถทำงานได้ดี แต่ส่วนของตะแกรงที่นำมาใช้เป็นตะแกรงทำความสะอาดไม่สามารถทำความสะอาดได้หมด มีเกล็ดปีกและส่วนขาปนเปื้อนไปกับไข่ผีเสื้อข้าวสารจำนวนมาก ซึ่งลักษณะของรูตะแกรงเป็นรูสี่เหลี่ยมจัตุรัส และการเรียงกันของรูติดกันเป็นแถวทำให้ทั้งไข่ผีเสื้อข้าวสารและเกล็ดปีกลอดผ่านรูไปได้ ซึ่งมีความแตกต่างกับรูตะแกรงที่ใช้ทดสอบในเบื้องต้น ที่มีลักษณะเป็นรูกลมและการเรียงของรูไม่ได้ติดกันเป็นแถว มีพื้นที่ระหว่างรูแต่ละรูทำให้เมื่อนำมาทำความสะอาด ส่วนที่มีขนาดใหญ่กว่ารูจะไม่สามารถผ่านได้ จึงมีเฉพาะไข่ที่ผ่านรูออกไป



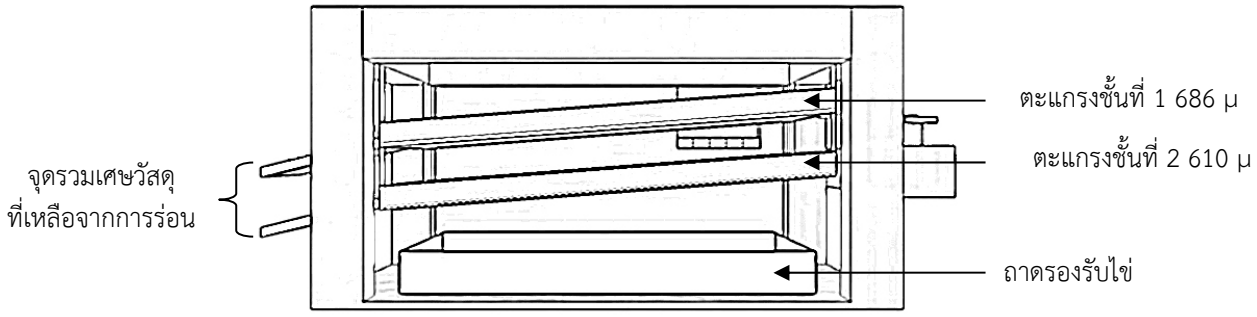
ภาพที่ 4.5 เครื่องทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร



ภาพที่ 4.6 อุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร



ภาพที่ 4.7 ประกอบกลไกการทำงานของอุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร



ภาพที่ 4.8 ส่วนประกอบภายนอกของอุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่ผีเสื้อข้าวสาร

4.1.1.4 การพัฒนาตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกจากการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

ตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกมีขนาด 50x100x60 ซม. ทำด้วยโครงเหล็กและปิดด้วยแผ่นไม้โฟมิก้าล้อมรอบ นำอุปกรณ์ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารไว้ภายในตู้สำหรับปฏิบัติงาน ด้านหน้าของตู้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนบนจะเป็นประตูกระจกขนาด 45x100 ซม. เพื่อป้องการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกออกมาภายนอกและทำให้ในการปฏิบัติงานสามารถมองเห็นภายในตู้ได้ ด้านหน้ามีช่องขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. สำหรับสอดมือเข้าไปปฏิบัติงาน และติดถุงมือผ้าเข้าไปเพื่อป้องกันเกล็ดปีกสัมผัสกับแขน ด้านล่างเป็นลิ้นชักที่ทำด้วยสังกะสี ภายในมีผ้าชุบน้ำสำหรับซับเกล็ดปีกที่ได้จากการทำความสะอาด พื้นภายในตู้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นแผ่นไม้โฟมิก้าสำหรับวางอุปกรณ์ทำความสะอาดไข่ และอีกส่วนเป็นส่วนตาข่ายเหล็กสำหรับให้เกล็ดปีกผ่านลงไปด้านล่านบนลิ้นชักสังกะสี ตู้ป้องการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกสามารถทำงานได้ดี ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องสัมผัสกับเกล็ดปีกที่ฟุ้งกระจายจากการทำความสะอาดไข่ ทำให้ปฏิบัติงานได้นานขึ้น และตู้สามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ตามพื้นที่การทำงานของแต่ละหน่วยงาน และเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับหน่วยงานที่ไม่มีทุนในการผลิตอุปกรณ์แยกเกล็ดปีกออกจากไข่อีกด้วย (ภาพที่ 4.9)

ภาพที่ 4.9 ตู้ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร
ก. ตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีก
ข. ภายในตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีก

4.1.2 การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

4.1.2.1 การศึกษากรรมวิธีการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

1) ผลของการเก็บรักษาต่อการฟักของหนอนผีเสื้อข้าวสาร

การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิ 3±1°C มีความชื้นสัมพัทธ์ 60.35%, 8±1°C มีความชื้นสัมพัทธ์ 69.02% และ 12±1°C มีความชื้นสัมพัทธ์ 46.98% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.10) ไข่ที่ผ่านการเก็บรักษามีการฟักเพียงช่วง 2 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา และฟักได้น้อยกว่า 20% ในทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษา โดยในสัปดาห์ที่ 1 ไข่อาศัยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12±1°C พบการฟักเป็นตัวหนอนมากกว่าอุณหภูมิ 3±1°C และ 8±1°C กรรมวิธี T3 ที่อุณหภูมิ 12±1°C พบการฟักของตัวหนอนมากที่สุด 19% แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ T2 และ T1 ที่มีการฟัก 14% การฟักหลังการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ พบเฉพาะวิธีการ T1, T2 และT3 (ภาพที่ 4.11) สอดคล้องกับ Ghosha and Ballal (2017) พบว่าไข่ผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 °C นาน 10 และ 15 วัน มีการฟักเป็นตัวหนอน 0- 20% โดยการฟักจะลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นเนื่องจากไข่แดงที่เป็นอาหารของเอ็มบริโอมีคุณภาพลดลงทำให้เอ็มบริโอไม่สามารถพัฒนาต่อได้ (Pratissoli et al., 2003)

2) ผลของการเก็บรักษาต่อน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร

น้ำหนักของไข่ผีเสื้อข้าวสารก่อนการเก็บรักษาเท่ากันทุกอุณหภูมิและกรรมวิธี อุณหภูมิและกรรมวิธีการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารมีอิทธิพลร่วมกันต่อการลดลงของน้ำหนักไข่ โดยทุกอุณหภูมิน้ำหนักไข่ลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ของการเก็บรักษาและที่อุณหภูมิ 3±1°C น้ำหนักไข่ลดลงน้อยกว่าอุณหภูมิ 8±1°C และ 12±1°C ในทุกกรรมวิธี โดยที่อุณหภูมิ 3±1°C น้ำหนักไข่ลดลงน้อยที่สุดใน T4 (1.90 มก.) รองลงมาคือ T3 (3.48 มก.), T2 (4 มก.) และ T1 (7.50 มก.) ตามลำดับ วิธีการ T1 และ T2 แต่ละอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในสัปดาห์ที่ 1 และพบว่าวิธีการT3 ที่อุณหภูมิ 3±1°C ไข่สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป และไข่ผีเสื้อข้าวสารที่เก็บที่อุณหภูมิ 3±1°C มีสีเปลี่ยนจากเดิมสีขาวครีมเป็นสีน้ำตาล ขณะที่ไข่ที่สูญเสียน้ำหนักมากจะมีลักษณะแบนลีบ ซึ่ง Ghosha and Ballal (2017) ได้รายงานว่าการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* ที่อายุ 22-24 ชั่วโมง ไข่มีลักษณะลีบหลังผ่านการเก็บรักษานาน 5-15 วัน (ตารางที่ 4.3 และ 4.4)

3) ผลของการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารต่อการเบียนของแตนเบียนไข่

เมื่อนำไข่ที่ผ่านการเก็บรักษามาให้แตนเบียนไข่เบียนพบว่า อุณหภูมิและกรรมวิธีมีอิทธิพลร่วมกันต่อการเบียนของแตนเบียนไข่ในทุกสัปดาห์ที่เก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 1 ที่อุณหภูมิ 8±1°C และ 12±1°C มีการเบียนมากกว่า 80% ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่อุณหภูมิ 3±1°C มีการเบียนมากกว่า 80% เฉพาะวิธีการ T3 และตั้งแต่สัปดาห์ 2 เป็นต้นไป ที่อุณหภูมิ 3±1°C ทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษา มีการเบียนน้อยกว่า 50 % ทั้งที่ไข่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3±1°C มีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด แต่พบอัตราการเบียนต่ำในทุกกรรมวิธีขณะที่อุณหภูมิ 8±1°C และ 12±1°C ไข่มีลักษณะแบนลีบและฝ่อ พบอัตราการเบียนสูงกว่าเนื่องจากไข่ผีเสื้อข่าวสารที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3±1°C เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่ง Lobdell et al.

(2005) รายงานว่าความแตกต่างของสีไข่อาศัย มีผลต่อการประเมินความเหมาะสม และการยอมรับไข่อาศัยของแตนเบียนไข่ และ De Jong and Pak (1984) อ้างตาม Schmidt. (1994) พบว่าแตนเบียน *T. buesi* มีการเบียนไข่ที่มีสีขาวมากกว่าไข่ที่มีสีเหลืองแสดงให้เห็นถึงน้ำหนักของไข่ไม่มีผลต่อการเบียน แต่สีของไข่อาศัยมีผลต่อการเบียนของแตนเบียนไข่ และเมื่อเก็บรักษานาน 1- 6 สัปดาห์ พบว่าที่อุณหภูมิ 12±1°C ใน T1 แตนเบียนไข่สามารถเบียนได้มากกว่า 50 % ส่วนอุณหภูมิและกรรมวิธีอื่นๆเบียนได้น้อยกว่า 50% (ตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.12) สอดคล้องกับ Jalali et al. (2007) พบว่าการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิ 8±1°C แตนเบียนไข่เบียนได้ต่ำกว่า 40% เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน และแตนเบียนสามารถฟักออกเป็นตัวเต็มวัยได้มากกว่า 80% ซึ่ง Goubault et al. (2011) รายงานว่าระยะการเก็บรักษาไข่อาศัยที่นานขึ้นอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีส่งผลต่อการเบียนของแตนเบียน สำหรับการฟักของแตนเบียนไข่ พบว่าการฟักของแตนเบียนใน 1-2 สัปดาห์ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอุณหภูมิและกรรมวิธี ในช่วง 1-6 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีที่การเก็บรักษา ในอุณหภูมิ 12±1°C มีการฟักมากกว่า 80 % และที่ 7 สัปดาห์ พบการฟักมากกว่า 70 % ในทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษาในกรรมวิธี T3 (ตารางที่ 4.6)

4.1.2.2 การทดสอบกรรมวิธีที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร

1) ผลของการเก็บรักษาต่อการฟักของหนอนผีเสื้อข้าวสาร

การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ12±1 ^{0}C โดยวิธีการให้ความชื้นในช่วง 70±5% และวิธีการไม่ให้ความชื้น แต่มีความชื้นที่ 60±5% พบว่าหลังเก็บรักษา 1-2 วัน ทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธีมีการฟักของไข่มากกว่า 90% เมื่อเก็บรักษานานขึ้นมีผลให้การฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสารลดลง ขณะที่เก็บรักษานาน 3-5 วัน ที่อุณหภูมิ 12±1 ^{0}C ในทุกกรรมวิธีมีการฟักได้มากกว่า 80% การเก็บรักษานาน 6 วัน ที่อุณหภูมิ 12±1 ^{0}C ในวิธีที่การให้ความชื้น คือกรรมวิธีที่ 1 มีการฟักของไข่ได้สูงที่สุด 73.52% และเมื่อเก็บรักษานาน 7 วัน มีเพียงอุณหภูมิ 12±1 ^{0}C ในกรรมวิธีที่ 1-4 ที่สามารถฟักได้ 66.13-53.87% (ตารางที่ 4.7 และ 4.8) ซึ่งไข่ผีเสื้อข้าวหลังจากเก็บรักษา มีลักษณะลีบและยุบเนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักของไข่ในช่วงการเก็บรักษามีผลต่อสารอาหารภายในไข่ลดลงจึงทำให้แมลงไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ (Filho et al., 2014)

2) ผลของการเก็บรักษาต่อน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร

น้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสารก่อนการเก็บรักษาเท่ากันทุกอุณหภูมิและกรรมวิธี น้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสารลดลงทั้งแต่ 1 วันหลังการเก็บรักษา โดยที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C ในกรรมวิธีที่ 6 มีน้ำหนักของไข่ลดลงมากที่สุดคือ 0.11 มก. แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 4 ที่น้ำหนักลดลง 0.08 มก. เมื่อเก็บรักษานาน 2-7 วัน ทุกกรรมวิธีและทุกอุณหภูมิ มีการลดลงของน้ำหนักไม่แตกต่างทางสถิติ โดยอยู่ในช่วง 0.04-0.21 มก. (ภาพที่ 4.13) และการเก็บรักษามีผลให้ไข่มีลักษณะที่ผิดปกติ คือ มีการยุบของเปลือกไข่ (ภาพที่ 4.14) หลังจากการเก็บรักษา 1 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5±1 ^{0}C มีเปอร์เซ็นต์ของไข่ที่ผิดปกติไม่แตกต่างทางสถิติ ขณะที่อุณหภูมิ 12±1 ^{0}C มีเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ผิดปกติช่วง 4.22-7.51% เมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน พบเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ผิดปกติในกรรมวิธีที่ 6 ที่อุณหภูมิ 12±1 ^{0}C ต่ำที่สุดคือ 3.50% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติกับอุณหภูมิ 5±1 ^{0}C ที่มีเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ผิดปกติ 8.44% หลังจากเก็บรักษานาน 3 วัน พบว่ากรรมวิธี 4 ของทั้ง 2 อุณหภูมิ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ที่ผิดปกติสูงที่สุดช่วง 14.63-17.5% (ตารางที่ 4.9) และหลังเก็บรักษา 7 วัน เพียงไข่ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5±1 ^{0}C ของวิธีการไม่ให้ความชื้น คือ กรรมวิธี 4 และ 5 ที่มีความผิดปกติของไข่สูงถึง 24.55% และ 26.57% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10)

4.1.2.2.1 การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสงยูวี

1) ผลของการเก็บรักษาต่อน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร

น้ำหนักของไข่ผีเสื้อข้าวสารก่อนการเก็บรักษาเท่ากันทุกอุณหภูมิและกรรมวิธี โดยน้ำหนักไข่จะลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ของการเก็บรักษาทุกกรรรมวิธี สัปดาห์ที่ 1-3 ในทุกกรรรมวิธีมีการลดลงของน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยลดลงช่วง 6.25-18.33 มก. แต่เมื่อเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ พบว่ากรรมวิธีที่ 3 ซึ่งมีการลดของน้ำหนักไข่น้อยที่สุด 17.50 มก. ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 4.11)

2) ผลของการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารต่อการเบียนของแตนเบียนไข่

สัปดาห์ที่ 1 หลังการเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีการเบียนมากกว่า 80 % เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นมีผลทำให้การเบียนลดลง เก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีมีการเบียนได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่เก็บรักษานาน 3-4 สัปดาห์ พบว่า กรรมวิธีที่ 1 มีการเบียนมากที่สุดช่วง 45.88- 31.48 % ส่วนการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนไข่ พบว่าหลังจากเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์ แตนเบียนสามารถฟักได้มากว่า 80 % ในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 4.12 และ 4.13)

4.1.3 การเก็บรักษาดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร

ดักแด้อายุ 1 และ 5 วัน เก็บรักษาที่ 5±1 °C ทั้ง 2 กรรมวิธี มีการฟักน้อยกว่า 60% และฟักเฉพาะสัปดาห์แรกของการเก็บรักษา ส่วนดักแด้ที่เก็บรักษาที่ 8±1 °C และ 12±1 °C มีการฟักมากกว่า 70% ทั้ง 2 กรรมวิธี ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 ของการเก็บรักษา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นวิธีการไม่ให้ความชื้น ที่อายุดักแด้ 5 วัน โดยในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษามีการฟักที่ 12±1 °C มากกว่าที่ 8±1 °C อย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ และวิธีการให้ความชื้นที่ดักแด้อายุ 1 วัน เก็บรักษานาน 3 และ 4 สัปดาห์ ที่ 8±1 °C และ 12±1 °C ยังมีการฟักมากกว่า 50% และการฟักไม่ต่างกันทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์การฟักแตกต่างกันทางสถิติที่วิธีการไม่ให้ความชื้นของทั้ง 2 อุณหภูมิ (ตารางที่ 4.14)

4.1.4 การเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

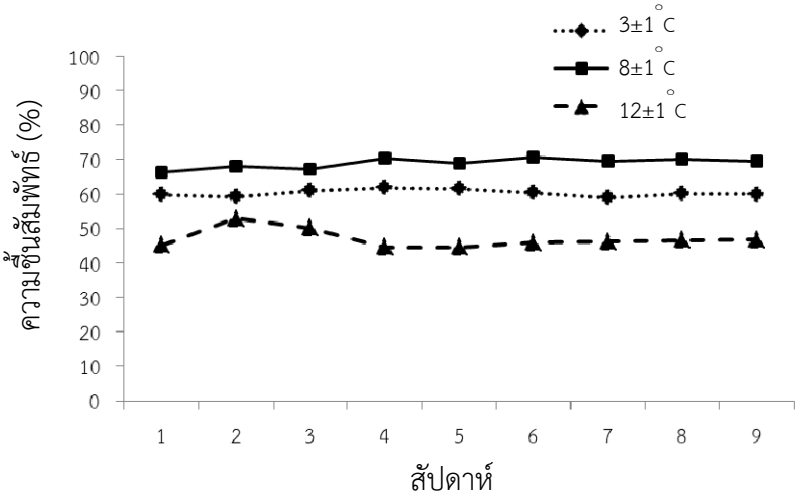
1) ผลของอุณหภูมิต่อการฟักของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

แตนเบียนไข่ที่เก็บรักษาในกรรมวิธีและอุณหภูมิต่างๆ มีการฟักไม่พร้อมกัน โดยในกรรมวิธีที่ T1 และกรรมวิธีที่ T2 แตนเบียนฟักหลังจากนำออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ 2-3 วัน ขณะที่ในกรรมวิธีที่ T3 และกรรมวิธีที่ T4 ฟักหลังจากนำออกตู้ควบคุมอุณหภูมิ 1 วัน และในกรรมวิธีที่ T5 และกรรมวิธีที่ T6 แตนเบียนจะฟักหลังจากนำออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ 5 ชั่วโมง ยกเว้นที่อุณหภูมิ 12±1 °C ในทุกกรรมวิธีแตนเบียนไข่จะฟักทันทีหลังนำออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ การเก็บรักษานาน 1-3 สัปดาห์ ทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธี มีการฟักได้มากกว่า 80% ยกเว้นที่อุณหภูมิ 12±1 °C ของกรรมวิธีที่ T5 และ T6 ซึ่งสอดคล้องกับ Pitcher et

al. (2002) รายงานว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. ostiniae* ที่อุณหภูมิ 6 °C นาน 2 สัปดาห์ แตนเบียนสามารถฟักได้มากกว่า 80% และ Wright and Kuhar (2002) พบว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. ostiniae* ที่อุณหภูมิ 9 °C นาน 3 สัปดาห์ มีการฟักได้มากกว่า 80% เมื่อเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 8±1 °C ในกรรมวิธี T1 มีการฟักสูงสุด 63 % และหลังเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ มีเพียงอุณหภูมิ 8±1 °C ในกรรมวิธีที่ T1 และ T2 เท่านั้นที่แตนเบียนยังสามารถฟักได้ 50.75 และ 54.50% ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษานาน 7-9 สัปดาห์ แตนเบียนไข่ที่เก็บรักษาในกรรมวิธีที่ T1 และ T2 ที่อุณหภูมิ 5±1 °C มีการฟักได้มากที่สุด 24.52 และ 31.50 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15) โดยการฟักเป็นตัวเต็มวัยจะลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา เนื่องจากการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำมีผลต่อไขมันที่สะสมในร่างกายของแมลง และถึงแม้ว่าแตนเบียนจะสามารถพัฒนาจนครบวงจรชีวิตก็ไม่มีพลังงานเพียงพอสำหรับการฟักเป็นตัวเต็มวัย (Yan et al., 2017) ส่วนความไม่สมบูรณ์ของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ที่ฟักหลังผ่านการเก็บรักษามีลักษณะปีกบิด ปีกกุดและหนวดสั้นกว่าปกติ ซึ่งการเก็บรักษานาน 1 สัปดาห์ แตนเบียนที่ฟักจากทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธีมีความไม่สมบูรณ์อยู่ในช่วง 4.46-12.27% หลังจากเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5±1 °C และ 8±1 °C มีความไม่สมบูรณ์น้อยกว่า 20% เมื่อการเก็บรักษานาน 5-9 สัปดาห์ ในกรรมวิธีที่ T1 และ T2 ที่อุณหภูมิ 5±1 °C มีความไม่สมบูรณ์ของแตนเบียนต่ำกว่า 30% ซึ่งต่ำกว่าการเก็บรักษาในกรรมวิธีและอุณหภูมิอื่นๆ (ตารางที่ 4.16) สอดคล้องกับ Alejandra and Botto (2004) พบว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. nerudai* ที่อุณหภูมิ 4±1 °C สามารถเก็บได้นานมากกว่า 50 วัน

2) ผลของอุณหภูมิต่อการเบียนและการฟักของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

เมื่อนำตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ที่ฟักหลังผ่านการเก็บรักษามาเบียนไข่ผีเสื้อข้าวสาร พบว่าทุกกรรมวิธีและทุกอุณหภูมิแตนเบียนไข่สามารถเบียนได้มากที่สุดในสัปดาห์ที่ 1 ของการเก็บรักษา โดยมีการเบียน 84.50- 68.50 ฟอง/ตัว และปริมาณการเบียนจะลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ มีเฉพาะที่อุณหภูมิ 8±1 °C ของกรรมวิธีที่ T1 และ T2 ที่พบการเบียนได้สูงถึง 70.50-74.25 ฟอง/ตัว หลังการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ มีเพียงแตนเบียนที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5±1 °C ของกรรมวิธีที่ T1 และ T2 เท่านั้นที่เบียนได้ถึง 50 ฟอง/ตัว และหลังจากเก็บรักษานานกว่า 5 สัปดาห์ เป็นต้นไปแตนเบียนมีการเบียนได้ต่ำกว่า 40 ฟอง/ตัว ในทุกกรรมวิธีและทุกอุณหภูมิ (ตารางที่ 4.17) ซึ่งสอดคล้องกับ Rundle et al. (2004) รายงานว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. carverae* นานกว่า 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10 °C แตนเบียนสามารถเบียนได้ต่ำกว่า 40% ในขณะที่ Jalali and Singliss (1992) พบว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. ostiniae* ในอุณหภูมิ 9 °C และ 12 °C นานกว่า 4 สัปดาห์ ความสามารถในการเบียนจะลดลง เนื่องจากอุณหภูมิต่ำมีผลต่อไข่ในรังไข่ และความผิดปกติของอวัยวะสืบพันธุ์ของแมลง (Hanna, 1935 อ้างอิงตาม Alam et al., 2016) สำหรับการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียน พบว่าการเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์ ในทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธีที่มีการเบียนแตนเบียนสามารถฟักได้มากกว่า 80% หลังการเก็บรักษา 5-6 สัปดาห์ มีเพียงกรรมวิธีที่ T5 ที่อุณหภูมิ 8±1 °C และกรรมวิธีที่ T6 ที่อุณหภูมิ 5±1 °C แตนเบียนไข่สามารถฟักได้มากกว่า 80% และเมื่อเก็บรักษานาน 7-9 สัปดาห์ ในทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธีที่มีการเบียนแตนเบียนสามารถฟักได้ช่วง 79.66-72.50% (ตารางที่ 4.18)



ภาพที่ 4.10 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-9 สัปดาห์

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร (มก.) ที่ลดลงหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-9 สัปดาห์

อุณหภูมิ	กรรมวิธี	สัปดาห์ [1/]							F-test	CV
(°C)		1	2	4	6	7	8	9		(%)
	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	7.50±1.14 Fa	7.98 ±1.14 EFa	10.05±0.47 DFa	11.43±2.20 Da	13.98±1.45 Ca	16.75±1.50 Bb	19.40±2.13Aab	*	20.11
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	4.00±1.50 Db	5.68 ±0.45 CDb	6.50±0.54 Cb	11.38±8.920 Ca	15.68±0.69 Ba	23.78±0.89 Ba	27.35±2.36 Aa	*	32.33
3±1	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	3.48±1.08 Dbc	4.68 ±1.28 CDb	6.47±2.21 Cb	7.50±1.02B Ca	8.88±2.23 Bb	12.90±3.95 Ac	15.45±4.42 Aab	*	64.22
	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	1.90±0.94 Dc	4.40 ±0.61 Cb	10.10±0.44 Ba	10.80±1.49 Ba	14.88±3.07 Aa	16.40±0.78 Ab	18.93±1.42 Ab	*	57.01
	F-test	*	*	*	ns	*	*	*		
	CV (%)	28.07	16.48	8.57	45.49	17.02	12.55	16.78		
	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	5.00±3.33 Ea	9.90 ±0.26 Da	17.73±1.64 Ca	19.95±1.52 Ca	23.85±2.53 Ba	30.25±1.13 Aa	32.75±2.15 Ab	**	36.45
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	5.80±0.14 Ga	9.40± 0.12 Fa	14.98±1.07 Eb	17.75±0.44 Da	24.13±2.11 Ca	26.88±3.59 Ba	35.36±0.36 Aab	*	45.31
8±1	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	5.40±1.89 Da	7.73 ±0.38 Db	20.40±2.51 Ca	19.83±2.79 Ca	23.38±5.90 BCa	28.75±5.63 Aba	34.63±9.90 Aab	*	44.87
	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	5.45± 0.68 Da	7.15 ±0.83 Db	17.27±4.57 CDa	19.73±4.15 Ca	20.63±0.96 Ca	30.43±3.55 Ba	38.10±1.25 Aa	*	66.05
	F-test	ns	*	*	ns	ns	ns	*		
	CV (%)	35.94	5.61	8.46	13.42	14.99	13.15	14.82		
	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	7.48±0.79 Ea	10.98 ±0.26 Db	18.73±0.75 Cb	19.88±1.13 Cb	24.63±1.29 Bb	25.95±0.78 Bb	29.40±1.42 Ac	*	44.26
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	8.40±1.06 Ca	12.70 ±0.91 BCa	22.20±2.03 Ba	26.05±0.97 Aa	35.80±1.12 Aa	40.55±1.42 Aa	44.10±1.59 Aa	*	59.43
12±1	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	7.15±1.32 Ca	6.40±1.11 Cc	19.42±5.11 Bab	19.78±0.89 Bb	21.60±0.77 Ac	23.03±1.53 Ac	23.08±0.45 Ad	*	30.00
	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	5.32±3.49 Ca	6.95±0.33 Cc	17.45±0.55 Bb	19.53±33.16 Bb	22.97±1.73 Ab	31.18±2.69 Ab	35.23±2.15 Ab	*	20.45
	F-test	ns	*	*	*	*	*	*		
	CV (%)	54.13	8.08	7.48	40.85	5.11	5.63	4.80		
	อุณหภูมิ	*	*	*	*	*	*	*		
	กรรมวิธี	ns	*	*	ns	*	*	*		
	อุณหภูมิ*กรรมวิธี	*	*	*	*	*	*	*		

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กตางกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

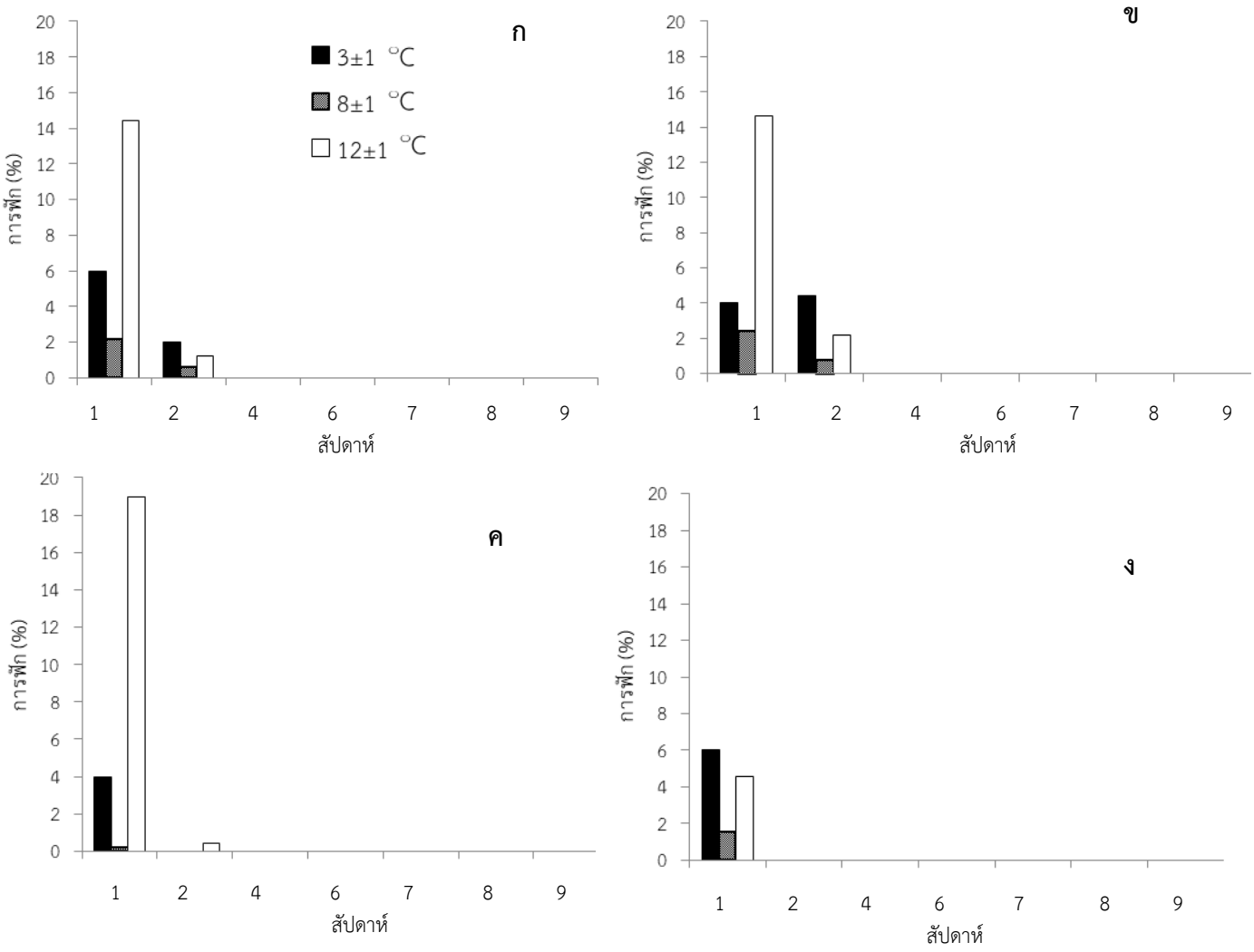
ตารางที่ 4.4 น้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร (มก.) ที่ลดลงหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง นาน 1-9 สัปดาห์

กรรมวิธี	อุณหภูมิ (องศา)	สัปดาห์ [1/]							F-test	CV (%)
		1	2	4	6	7	8	9		
กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงซิป	3±1	7.50±1.14 Fa	7.98 1.14 EFb	10.05 ±0.47 DEb	11.43 ±2.20 Db	13.98 ±1.45 Cb	16.75 ±1.50 Bb	19.40 ±2.13 Ac	*	55.30
	8±1	5.00±3.33 Ea	9.90 0.26 Da	17.73 ±1.64 Ca	19.95 ±1.52 Ca	23.85 ±2.53 Ba	30.25 ±1.13 Aa	32.75 ±2.15 Aa	*	380.4
	12±1	7.48±0.79 Ea	10.98 0.26 Da	18.73 ±0.75 Ca	19.88 ±1.13 Ca	24.63 ±1.29 Ba	25.95 ±0.78 Ba	29.40 ±1.42 Ab	*	35.33
F-test		ns	*	*	*	*	*	*		
CV (%)		31.28	7.20	6.94	9.80	8.83	4.61	7.72		
กระดาษทิชชู+ถุงซิป	3±1	4.00±1.50 Da	5.68 ±0.45 CDc	6.50 ±0.54 Cc	11.38 ±8.90 Cb	15.68 ±0.69 Bc	23.78 ±0.89 Bb	27.35 ±2.36 Ac	**	24.21
	8±1	5.80±0.14 Ga	9.40 ±0.12 Fb	14.98 ±1.07 Eb	17.75 ±0.44 Dab	24.13 ±2.11 Cb	26.88 ±3.59 Bb	35.36 ±0.36 Ab	**	63.70
	12±1	8.40 ±1.06 Ca	12.70 ±0.91 BCa	22.20 ±2.03 Ba	26.05 ±0.97 Aa	35.80 ±1.12 Aa	40.55 ±1.42 Aa	44.10 ±1.59 Aa	*	56.04
F-test		ns	*	*	*	*	*	*		
CV (%)		17.51	6.35	9.34	28.14	5.84	7.52	5.12		
กระดาษฟอยล์+กล่อง	3±1	3.48±1.08 Db	4.68 ±1.28 CDb	6.47 ±2.21 Cb	7.50 ±1.02 BCb	8.88 ±2.23 Bb	12.90 ±3.59 Ab	15.45 ±4.42 Ab	*	24.90
+ถุงซิป	8±1	5.40±1.89 Dab	7.73 ±0.38 Da	20.40 ±2.51 Ca	19.83 ±2.79 Ca	23.38 ±5.90B Ba	28.75 ±5.63 ABa	34.63 ±9.90 Aa	*	31.02
	12±1	7.15±1.32 Ca	6.40 ±1.11 Ca	19.42 ±5.11 Ba	19.78 ±0.89 Ba	21.60 ±0.77 Aa	23.03± 1.53 Aa	23.08 ±0.45 Ab	**	39.99
F-test		*	*	*	*	*	*	*		
CV (%)		27.54	16.01	9.81	11.42	21.63	18.87	26.06		
กระดาษฟอยล์+ถุงซิป	3±1	1.90±0.92 Db	4.40 ±0.61Cb	10.10 ±0.44 Bb	10.80 ±1.49 Bb	14.88 ±3.07 Ab	16.40 ±0.78 Ab	18.93 ±1.42 Ac	*	45.33
	8±1	5.45±0.68 Da	7.15 ±0.83Da	17.27 ±4.57 CDa	19.73 ±4.15 Ca	20.63 ±0.96 Ca	30.43 ±3.55 Ba	38.10 ±1.25 Aa	**	40.7
	12±1	5.32±3.49 Ca	6.95 ±0.33Ca	17.45 ±0.55 Ba	19.53 ±3.16 Ba	22.97 ±1.73 Aa	31.18 ±2.69 Aa	35.23 ±2.15 Ab	*	81.55
F-test		*	*	*	*	*	*	*		
CV (%)		87.58	10.14	16.5	18.43	12.06	10.04	5.62		

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กตางกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 4.11 การฟักของหนอนผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* หลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 3±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์

ก. กรรมวิธีเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิป

ข. กรรมวิธีเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูและใส่ในถุงซิป

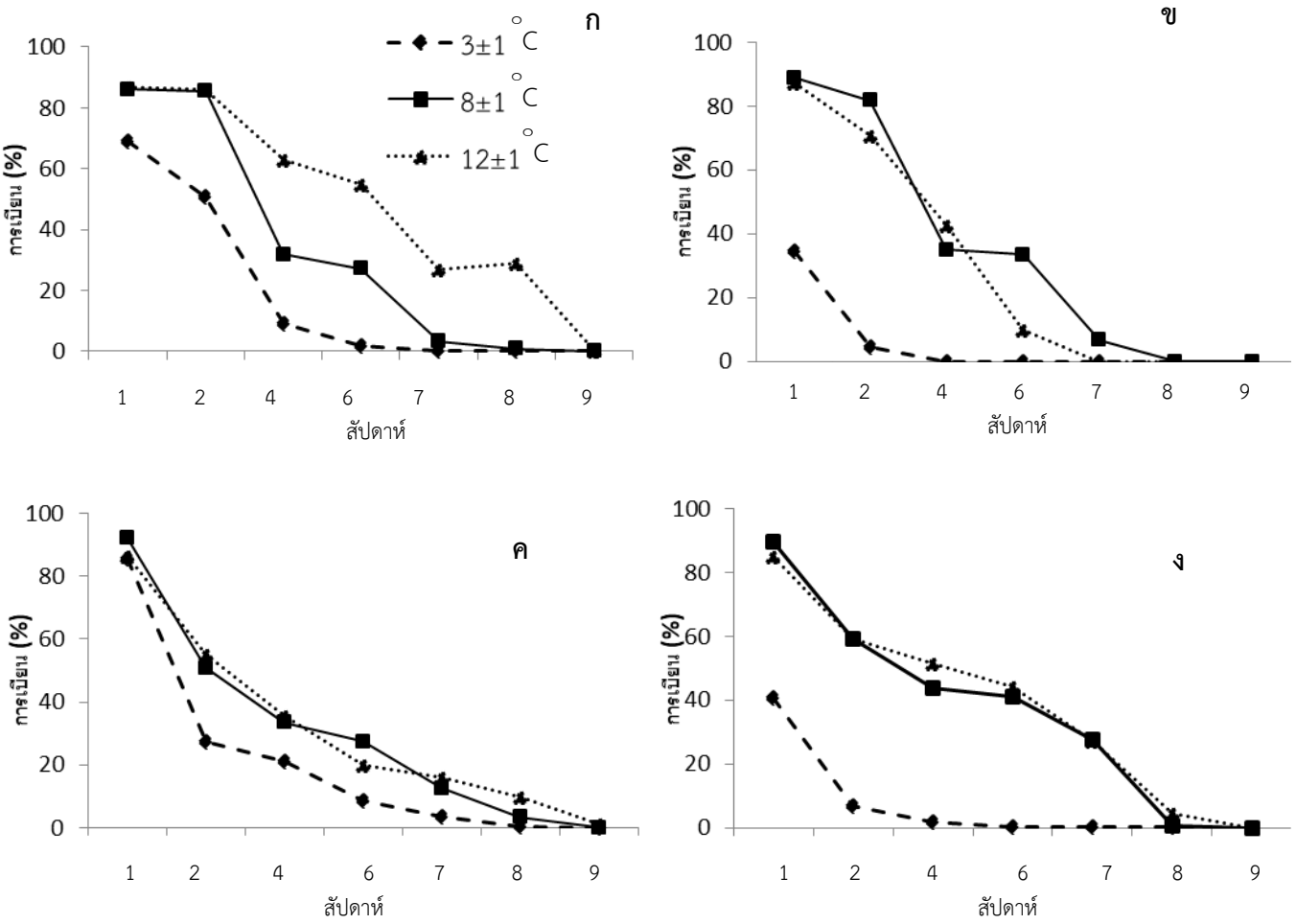
ค. กรรมวิธีเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิป

ง. กรรมวิธีเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์และใส่ในถุงซิป

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์เบียนของแตนเบียนไข่ในไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆนาน 1-9 สัปดาห์

อุณหภูมิ (องศา)	กรรมวิธี	สัปดาห์ [1/]							F-test	CV (%)
		1	2	4	6	7	8	9		
3±1	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	69.00±9.90 Aa	50.80±29.28 Ba	9.00±4.18 Cb	1.60±0.55 Cb	0.20±0.45 Cb	0.00±0.0 Ca	0.00±0.0 Ca	**	21.11
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	34.60±32.0 Ab	4.40±3.44 Bb	0.00±0.0 Bc	0.00±0.0 Bc	0.00±0.0 Bb	0.00±0.0 Ba	0.00±0.0 Ba	**	32.85
	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	85.60±4.72 Aa	27.40±23.48 Bab	21.20±7.05 Ba	8.40±1.82 Ca	3.40±2.07 Ca	0.20±0.45 Ca	0.00±0.0 Ca	*	56.05
	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	40.80±17.05 Ab	6.60±11.97 Bb	1.60±0.89 Bc	0.40±0.55 Bbc	0.20±0.45 Bb	0.20±0.55 Ba	0.00±0.0 Ba	*	34.50
	F-test	*	*	*	*	*	ns	ns		
	CV (%)	32.94	58.66	51.86	37.98	41.10	52.70	0.00		
8±1	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	86.20±1.41 Aa	85.60±7.14 Aa	31.80±6.80Bb	27.20±4.46 Cc	3.40±2.36 Dc	0.80±0.82 Db	0.00±0.0 Da	*	78.62
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	89.00±2.38 Aa	81.80±7.50 Ba	35.00±6.88 Cab	33.40±4.24 Cb	6.60±1.89 Dc	0.00±0.0 Eb	0.00±0.0 Ea	*	56.20
	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	92.40±1.73 Aa	50.80±4.86 Bc	33.40±7.14 Cb	27.40±4.20 Dc	12.60±1.50 Eb	3.40±2.08 Fa	0.00±0.0 Fa	*	51.02
	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	89.60±11.15 Aa	59.20±6.38 Bb	43.80±8.50 Ca	41.20±2.49 Ca	27.60±6.88 Da	0.60±0.89 Eb	0.00±0.0 Ea	**	64.00
	F-test	ns	*	*	*	*	*	ns		
	CV (%)	7.20	8.71	25.30	11.32	30.39	91.29	0.00		
12±1	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	86.80±4.09 Aa	86.20±3.90 Aa	63.00±5.83B Ba	54.80±15.21 Ca	26.80±8.11 Da	28.80±3.83 Da	2.00±0.0 Ea	*	42.09
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	87.40 ±10.80 Aa	70.80±1.34 Ba	42.60±1.48 Cc	9.80±6.91 Dc	0.00±0.0 Ec	0.00±0.0 Ec	0.00±0.0 Ea	*	86.02
	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	86.20±4.76 Aa	55.00±6.00 Bb	35.40±4.62 Cd	19.80±12.64 Db	15.80±2.68 DEb	9.60±4.51 Eb	1.00±0.71 Fa	*	66.51
	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	84.80±5.07 Aa	59.20±4.97 Bb	51.60±7.37 BCb	44.00±12.69 Ca	27.20±1.92 Da	4.40±2.07 Ec	0.00±0.0 Ea	**	37.00
	F-test	ns	*	*	*	*	*	ns		
	CV (%)	10.07	6.13	13.23	30.38	25.08	29.18	52.47		
	อุณหภูมิ	*	*	*	*	*	*	*		
	กรรมวิธี	*	*	*	*	*	*	*		
	อุณหภูมิ*กรรมวิธี	*	*	*	*	*	*	*		

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กตางกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์เบียนของแตนเบียนไข่ในไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆที่อุณหภูมิ 3±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์

ก. กรรมวิธีเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิป

ข. กรรมวิธีเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชูและใส่ในถุงซิป

ค. กรรมวิธีเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิป

ง. กรรมวิธีเก็บรักษาด้วยการห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์และใส่ในถุงซิป

ตารางที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่ที่เบียนไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆนาน 1-9 สัปดาห์

อุณหภูมิ (องศา)	กรรมวิธี	สัปดาห์ [1/]							F-test	CV (%)
		1	2	4	6	7	8	9		
	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	92.34±4.82 Aa	90.22±4.52 Aa	79.33±12.76 Aa	50.00±35.36 Ba	20.00±44.72 Cb	0.00±0.0 Ca	0.00±0.0 Ca	*	34.20
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	72.00±68.74 Aa	69.68±24.52 Aa	0.00±0.0 Bb	0.00±0.0 Bb	0.00±0.0 Bb	0.00±0.0 Ba	0.00±0.0 Ba	*	45.01
	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	91.03±7.18 Aa	90.92±9.93 Aa	79.63±4.37 Ca	72.05±8.01 Da	80.00±10.24 Ba	0.00±0.0 Ea	0.00±0.0 Ea	**	20.00
3±1	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	86.43±12.89 Aa	81.93±21.78 Aa	83.33±3.57 Aa	40.00±5.77 Bab	20.00±4.72 BCb	0.00±0.0 Ca	0.00±0.0 Ca	*	80.1
	F-test	ns	ns	*	*	*	ns	ns		
	CV (%)	41.80	20.49	22.41	41.07	50.35	0.00	0.00		
	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	95.55±2.77 Aa	94.34±3.35 Aa	81.77±7.44 ABab	65.43±4.57 Bc	66.67±31.18 Ba	30.00±4.72 Cab	0.00±0.0 Da	*	44.56
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	94.38±2.43 Aab	93.32±3.82 Aa	71.84±26.30 Bb	77.36±4.70 Bb	69.29±10.89 Ba	0.00±0.0 Cb	0.00±0.0 Ca	*	68.21
	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	90.96±4.50 Ab	94.48±3.68 Aa	87.67±3.47 Aab	83.19±12.52 Aa	73.90±12.40 ABa	55.00±38.91 Ba	0.00±0.0 Ca	*	33.72
8±1	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	97.61±3.78 Aa	93.54±3.75 Aa	90.96±2.95 Aa	87.41±3.04 Aa	61.36±5.66 Ba	20.00±4.72 Cab	0.00±0.0 Ca	*	35.35
	F-test	*	ns	*	*	ns	*	ns		
	CV (%)	3.45	3.89	16.68	8.94	26.35	48.04			
	กระดาษทิชชู+กล่อง+ถุงชิป	93.93±5.38 Aa	93.66±3.67 Aa	92.91±3.93 Aa	85.33±5.75 Ba	73.83±10.84 BCa	78.22±5.13 Ca	0.00±0.0 Db	*	66.91
	กระดาษทิชชู+ถุงชิป	93.37±5.24 Aa	81.68±2.16 Ab	81.44±5.12 Ab	80.44±9.13 Aa	0.00±0.0 Bb	00.00±44.72 Bb	0.00±0.0 Bb	*	47.02
	กระดาษฟอยล์+กล่อง+ถุงชิป	92.01±2.60 Aa	89.96±7.69 Aa	81.22±2.56 Ab	84.54±4.16 Aa	70.81±8.24 Bba	78.94±14.52 Aa	70.00±50.0 Ba	*	10.23
12±1	กระดาษฟอยล์+ถุงชิป	95.04±3.17 Aa	92.02±3.66 Aa	94.58±3.48 Aa	82.90±5.90 Ba	73.57±5.53B Ca	63.00±2.39 Cab	0.00±0.0 Db	*	65.20
	F-test	ns	*	*	ns	*	*	*		
	CV (%)	4.74	5.29	4.30	7.37	13.47	42.55	60.00		
	อุณหภูมิ	ns	*	*	*	*	*	*		
	กรรมวิธี	ns	ns	*	*	*	ns	*		
	อุณหภูมิ*กรรมวิธี	ns	ns	*	*	*	*	*		

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาด้วยวิธีการต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ 12±1^{0}C นาน 1-7 วัน

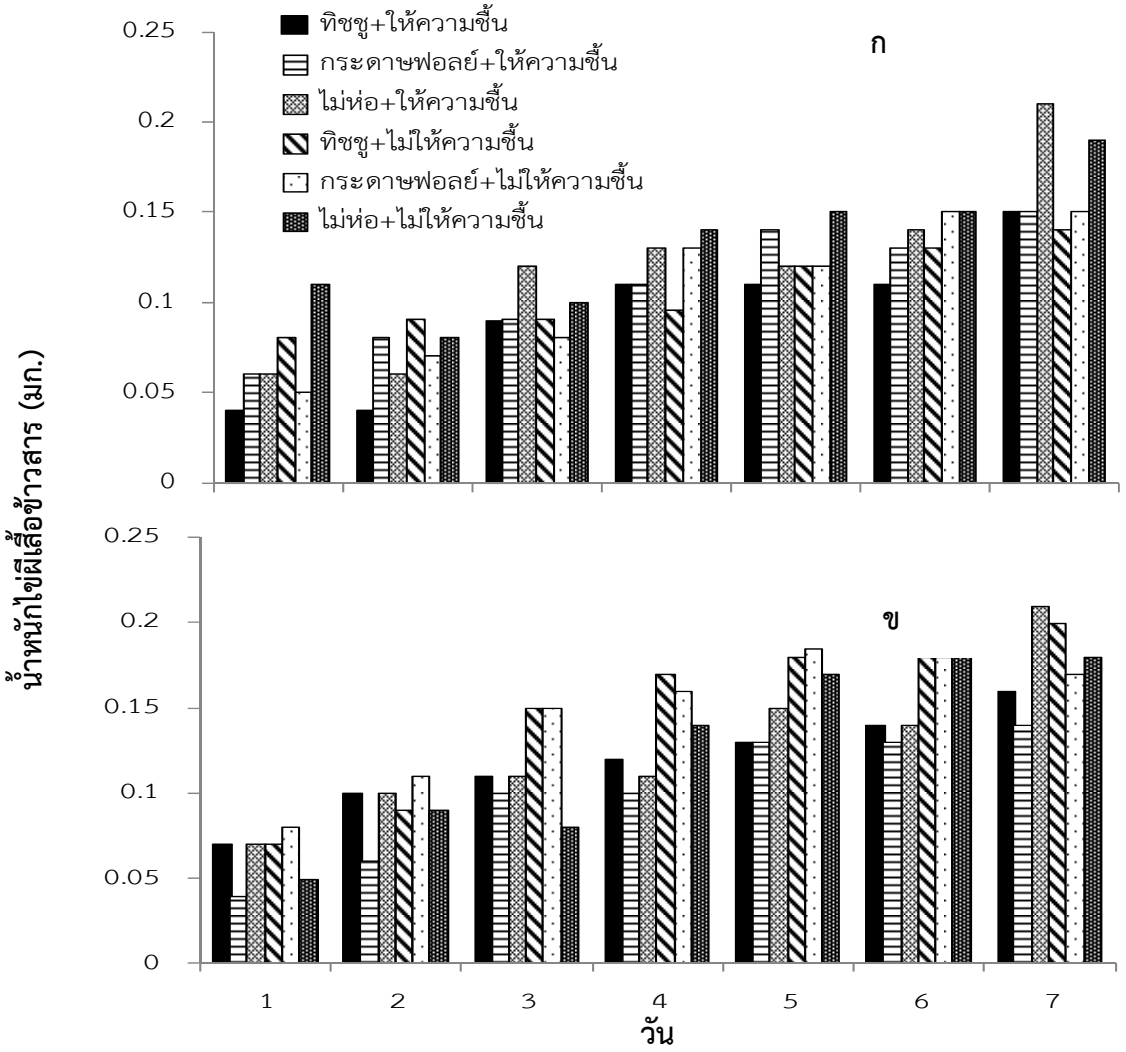
อุณหภูมิ (^{0}C)	กรรมวิธี		วัน[1/] 1	2	3	4	5	6	7
5±1	ให้ความชื้น	ทิชชู	97.05±0.71a	96.52±3.45	68.36±2.40b	41.75±8.79ab	13.61±2.83c	11.57±0.77c	9.37±0.71a
		กระดาษฟอยล์	92.25±1.41c	96.7±1.14	80.41±3.44a	71.11±1.44a	25.34±1.11b	22.4±2.83a	9.84±2.12a
		ไม่ห่อ	9.31±0.15abc	95.11±0.77	84.57±13.4a	46.51±7.78ab	47.66±4.95a	13.10±2.83b	3.45±0.71c
	ไม่ให้ความชื้น	ทิชชู	94.5±2.12ab	96.29±1.41	75.87±7.07ab	11.24±15.56b	19.61±1.44ab	22.85±3.54a	5.20±1.41bc
		กระดาษฟอยล์	93.56±2.11abc	95.85±0.71	55.51±9.50b	25.64±12.02ab	20.41±2.12b	13.8±4.95b	8.51±0.71ab
		ไม่ห่อ	96.87±1.42a	94.11±4.24	68.24±6.26b	20.10±2.83ab	16.50±4.95c	19.27±0.85ab	7.62±2.44ab
	F-test		*	ns	*	*	*	*	*
	CV(%)		1.77	2.54	35.70	60.55	11.76	16.64	19.91
12±1	ให้ความชื้น	ทิชชู	97.92±4.22	98.14±2.44	92.8±4.24	90.22±0.54	93.73±4.96a	73.52±9.19a	66.13±5.66a
		กระดาษฟอยล์	95.55±4.52	94.90±0.78	94.33±5.66	82.40±4.95	86.87±4.22ab	63.22±4.44ab	53.87±2.31a
		ไม่ห่อ	94.59±0.21	94.42±3.45	92.51±9.19	86.48±9.99	88.35±2.83ab	55.54±21.22b	62.74±3.54a
	ไม่ให้ความชื้น	ทิชชู	95.54±3.33	96.54±2.88	92.56±4.69	85.42±12.34	81.53±5.61ab	54.71±4.63b	54.66±3.66a
		กระดาษฟอยล์	95.02±2.83	96.22±1.44	95.73±0.78	89.41±1.52	85.41±3.55ab	36.77±9.31c	32.28±16.4b
		ไม่ห่อ	92.11±3.2	96.30±2.11	93.44±4.33	92.27±5.62	80.33±6.47b	31.1±6.36c	24.54±4.96b
	F-test		ns	ns	ns	ns	*	*	*
	CV(%)		2.41	2.06	5.28	6.11	5.83	20.43	16.23

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ 12±1^{0}C นาน 1-7 วัน ด้วยวิธีการให้ความชื้นและไม่ให้ความชื้น

กรรมวิธี		อุณหภูมิ (^{0}C)	วัน[1/] 1	2	3	4	5	6	7
ทิชชู	ให้	5±1	97.05±0.71	96.52±3.45	68.36±2.40b	41.75±8.79b	13.61±2.83b	11.57±0.77b	9.37±0.71b
	ความชื้น	12±1	97.92±4.22	98.14±2.44	92.8±4.24a	90.22±0.54a	93.73±4.96a	73.52±9.19a	66.13±5.66a
	T-test		ns	ns	**	**	**	**	**
	CV(%)		1.15	2.77	21.58	52.28	7.57	15.34	10.68
กระดาษ	ให้	5±1	92.25±1.41	96.7±1.14	80.41±3.44b	71.11±1.44	25.34±1.11b	22.4±2.83b	9.84±2.12b
ฟอลย์	ความชื้น	12±1	95.55±4.52	94.90±0.78	94.33±5.66a	82.40±4.95	86.87±4.22a	63.22±4.44a	53.87±2.31a
	T-test		ns	ns	*	ns	**	**	**
	CV(%)		3.38	1.17	4.74	4.74	13.4	7.44	10.73
ไม่ห่อ	ให้	5±1	9.31±0.15	95.11±0..77	84.57±13.44b	46.51±7.78b	47.66±4.95b	13.10±2.83b	3.45±0.71b
	ความชื้น	12±1	94.59±0.21	94.42±3.45	92.51±9.19a	86.48±9.99a	88.35±2.83a	55.54±21.22a	62.74±3.54a
	T-test		ns	ns	*	*	*	*	*
	CV(%)		0.52	2.68	13.01	12.8	5.95	44.51	38.8
ทิชชู	ไม่ให้	5±1	94.5±2.12	96.29±1.41	75.87±7.07b	11.24±15.56b	19.61±1.44b	22.85±3.54b	5.20±1.41b
	ความชื้น	12±1	95.54±3.33	96.54±2.88	92.56±4.69a	85.42±12.34a	81.53±5.61a	54.71±4.63a	54.66±3.66a
	T-test		ns	ns	*	**	*	*	*
	CV(%)		2.64	1.47	6	23.01	3.58	18.09	38.8
กระดาษ	ไม่ให้	5±1	93.56±2.83	95.85±0.71	55.51±9.50b	25.64±12.02b	20.41±2.12b	13.8±4.95b	8.51±0.71b
ฟอลย์	ความชื้น	12±1	95.02±2.83	96.22±1.44	95.73±0.78a	89.41±1.52a	85.41±3.55a	36.77±9.31a	32.28±16.26a
			ns	ns	*	*	*	*	*
			2.38	46.74	1.17	17.61	19.8	12.98	10.18
ไม่ห่อ	ไม่ให้	5±1	96.87±1.42b	94.11±4.24	68.24±6.26b	20.10±2.83b	16.50±4.95b	19.27±0.85b	7.62±2.44b
	ความชื้น	12±1	92.11±3.2a	96.30±2.11	93.44±4.33a	92.27±5.62a	80.33±6.47a	31.1±6.36a	24.54±4.96a
	T-test		ns	ns	**	*	*	*	*
	CV(%)		1.19	3.52	22.94	4.03	8.87	13.86	29.65

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)



ภาพที่ 4.13 น้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ลดลงหลังจากเก็บรักษานาน 1-7 วัน อุณหภูมิต่างๆ
ก. เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1^{0}C ข. เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12±1 ^{0}C

ภาพที่ 4.14 ลักษณะของไข่หลังจากการเก็บรักษา
ก.-ข. ไข่ที่ผิดปกติ ค. ไข่ปกติ

ตารางที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาด้วยวิธีการต่างๆที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ 12±1 ^{0}C นาน 1-7 วัน

อุณหภูมิ (^{0}C)	กรรมวิธี		วัน[1/] 1	2	3	4	5	6	7
5±1	ให้ความชื้น	ทิชชู	7.00±0.23	8.25±1.02 ab	10.32±2.36ab	11.5±0.28b	12.81±2.14b	18.5±3.01b	16.31±2.31abc
		กระดาษฟอลย์	5.51±0.44	9.5±1.21 ab	5.52±2.12c	9.5±1.21ab	10.21±3.21bc	12.12±1.68ba	17.5.03±1.65b
		ไม่ห่อ	5.5±1.02	7.04±1.05b	5.5±1.36c	7.32±2.22b	8.81±2.15bc	7.32±1.26c	12.52±.32bc
	ไม่ให้ความชื้น	ทิชชู	6.5±0.87	12.58±0.69a	17.5±2.65a	17.25±2.64a	19±3.45a	22.61±2.85a	24.55±1.36a
		กระดาษฟอลย์	5.51±2.31	6.57±6.25b	9.11±4.62b	10.36±2.64b	9.43±6.32bc	16.24±3.25ab	26.57±2.67a
		ไม่ห่อ	4.41±2.65	8.44±3.84ab	5.32±4.62b	6.5±4.42b	7.21±3.25c	7.55±3.02c	9.45±3.34c
	F-test		ns	*	*	*	*	*	*
	CV(%)		24.96	25.83	20.6	36.48	17.66	28.87	41.44
12±1	ให้ความชื้น	ทิชชู	7.51±3.66a	7.36±2.36ab	8.82±2.14ab	7.55±2.02b	8.56±2.95abc	8.34±3.32b	12.33±2.36ab
		กระดาษฟอลย์	4.22±5.20b	6.02±3.25ab	5.36±2.36b	7.55±1.33b	6.53±3.64c	6.61±4.66c	8.78±3.41b
		ไม่ห่อ	3.25±2.52c	6.34±4.98b	6.25±5.50b	6.59±3.33b	8.53±2.02abc	8.99±3.02b	10.3±3.02ab
	ไม่ให้ความชื้น	ทิชชู	7.01±1.52a	11.31±1.02a	14.63±2.50a	13.36±2.54a	12.58±3.48a	14.3±3.75ab	14.55±5.20a
		กระดาษฟอลย์	6.58±0.87ab	7.9±1.20ab	9.33±2.58ab	10.53±2.66ab	10.35±2.81ab	15.75±3.01a	14.3±2.05a
		ไม่ห่อ	4.33±1.64c	3.5±1.68b	5.05±3.33b	8.84±3.21ab	6.37±3.78c	10.05±4.60b	12.35±3.22ab
	F-test		*	*	*	*	*	*	*
	CV(%)		18.18	21.54	49.87	24.47	31.12	25.22	17.71

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 ^{0}C และ 12±1 ^{0}C ด้วยวิธีการให้ความชื้นและไม่ให้ นาน 1-7 วัน

กรรมวิธี		อุณหภูมิ (^{0}C)	วัน[1/] 1	2	3	4	5	6	7
ทิชชู	ให้	5±1	7.00±0.23	8.25±1.02	10.32±2.36	11.5±0.28a	12.81±2.14a	18.5±3.01a	16.31±2.31a
	ความชื้น	12±1	7.51±3.66	7.36±2.36	8.82±2.14	7.55±2.02b	8.56±2.95b	8.34±3.32b	12.33±2.36b
	T-test		ns	ns	ns	*	*	*	*
	CV(%)		6.9	15.38	24.85	22.33	20.11	11.71	15.97
กระดาษ	ให้	5±1	5.51±0.44	9.5±1.21	5.52±2.12	9.5±1.21	10.21±3.21a	12.12±1.68a	17.5.03±1.65
ฟอลย์	ความชื้น	12±1	4.22±5.20	6.02±3.25	5.36±2.36	7.55±1.33	6.53±3.64b	6.61±4.66b	8.78±3.41
	T-test		ns	ns	ns	ns	*	*	ns
	CV(%)		31.62	34.74	21.34	48.86	13.55	22.22	19.76
ไม่ห่อ	ให้	5±1	5.5±1.02	7.04±1.05	5.5±1.36	7.32±2.22	8.81±2.15	7.32±1.26	12.52±.32a
	ความชื้น	12±1	4.41±2.65	8.44±3.84	5.32±4.62	6.5±4.42	7.21±3.25	7.55±3.02	9.45±3.34b
	T-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
	CV(%)		15.71	15.38	26.35	22.22	13.55	41.82	9.94
ทิชชู	ไม่ให้	5±1	6.5±0.87	12.58±0.69	17.5±2.65a	17.25±2.64a	19.00±3.45a	22.61±2.85a	24.55±1.36a
	ความชื้น	12±1	7.01±1.52	11.31±1.02	14.63±2.50b	13.36±2.54b	12.58±3.48b	14.3±3.75b	14.55±5.20b
	T-test		ns	ns	*	*	*	*	*
	CV(%)		16.56	21.25	40.75	32.29	22.22	9.88	18.13
กระดาษ	ไม่ให้	5±1	5.51±2.31	6.57±6.25	9.11±4.62	10.36±2.64	9.43±6.32	16.24±3.25	26.57±2.67a
ฟอลย์	ความชื้น	12±1	6.58±0.87	7.9±1.20	9.33±2.58	10.53±2.66	10.35±2.81	15.75±3.01	14.3±2.05b
	T-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
	CV(%)		26.35	20.2	24.85	24.28	37.95	17.57	52.78
ไม่ห่อ	ไม่ให้	5±1	4.41±2.65	8.44±3.84a	5.32±4.62	6.5±4.42b	7.21±3.25	7.55±3.02B	9.45±3.34b
	ความชื้น	12±1	4.33±1.64	3.5±1.68b	5.05±3.33	8.84±3.21a	6.37±3.78	10.05±4.60A	12.35±3.22a
	T-test		ns	*	ns	*	ns	*	*
	CV(%)		5.36	19.44	34.34	24.87	16.56	6.45	29.78

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.11 น้ำหนัก (มก.) ที่ลดลงของไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสงยูวีหลังจากเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์

กรรมวิธี	สัปดาห์[1/]			
	1	2	3	4
ห่อกระดาษทิชชู+ใส่ถุง	6.25±0.51 a	11.20±4.28 a	16.52±0.57 a	21.52±0.35 a
ห่อกระดาษฟอยล์+ใส่ถุง	6.40±0.62 a	10.63±2.67 a	16.75±2.52 a	20.43±2.34 a
ไม่ห่อ+ใส่ถุง	6.95±1.18 a	10.22±2.83 a	18.33±7.36 a	17.50±0.71 b
F-test	ns	ns	ns	*
CV (%)	12.62	31.30	25.80	7.21

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์เบียนของแตนเบียนไข่ในไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสงยูวีหลังจากเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์

กรรมวิธี	สัปดาห์[1/]			
	1	2	3	4
ห่อกระดาษทิชชู+ใส่ถุง	82.83±7.15	62.51±8.74	45.88±2.56 a	31.48±2.17 a
ห่อกระดาษฟอยล์+ใส่ถุง	85.54±2.69	66.41±13.98	28.46±3.09 b	23.07±3.03 b
ไม่ห่อ+ใส่ถุง	82.56±3.63	62.03±13.42	38.46±5.18 ab	28.10±3.28 ab
F-test	ns	ns	*	*
CV (%)	6.87	7.61	15.65	17.66

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่ในไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านแสงยูวีหลังจากเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์

กรรมวิธี	สัปดาห์[1/]			
	1	2	3	4
ห่อกระดาษทิชชู+ใส่ถุง	90.85±2.31	91.08±4.21 a	85.45±3.58	86.87±5.72 a
ห่อกระดาษฟอยล์+ใส่ถุง	90.27±0.12	82.33±3.09 b	84.96±3.76	81.64±15.02 a
ไม่ห่อ+ใส่ถุง	92.27±5.55	81.42±6.74 b	80.81±4.10	83.65±4.23 ab
F-test	ns	*	ns	**
CV (%)	3.83	5.80	4.89	2.48

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.14 เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษานาน 1-4 สัปดาห์ ในกรรมวิธีต่างๆ

อายุดักแด้(วัน)	กรรมวิธี	อุณหภูมิ (°C)	สัปดาห์[1/] 1	2	3	4	F-test	C.V.
1	ให้ความชื้น	5±1	38.75±13.1 Ab	2.50±5.00 Bb	0	0	*	68.21
		8±1	75.00±10.0 Aa	71.25±8.50 ABa	58.75±8.50 BCa	52.50±12.60 Ca	*	15.61
		12±1	83.75±11.10 Aa	70.00±13.5A Ba	56.25±9.50 Ba	48.75±21.70 Ba	*	22.78
		F-test	*	*	*	*		
		C.V. (%)	17.45	20.21	19.20	42.98		
1	ไม่ให้ความชื้น	5±1	58.75±15.00 Ab	0	0	0	ns	52.69
		8±1	78.75±10.30 Aa	40.00±31.60 Ba	11.25±22.5 Bb	20.00±14.70 Bab	*	57.03
		12±1	66.25±11.10 Aa	68.75±18.40 Aa	62.50±9.6 Aa	41.25±27.50 Aa	ns	30.32
		F-test	*	*	*	*		
		C.V. (%)	17.54	58.29	57.43	88.20		
5	ให้ความชื้น	5±1	42.50±28.72 Ab	0	0	0	-	-
		8±1	92.50±5.00 Aa	73.75±7.50 Ba	2.50±5.00 C	0 C	*	12.22
		12±1	82.50±5.00 Aa	73.75±4.79 Aa	ND	ND	ns	18.18
		F-test	*	*	-	-		
		C.V. (%)	23.56	10.45				
5	ไม่ให้ความชื้น	5±1	28.75±25.94 Ab	0	0	0	-	-
		8±1	65.00±20.82 Aa	16.00±14.63 Bb	ND	ND	*	68.28
		12±1	77.50±12.58 Aa	82.50±12.58 Aa	ND	ND	ns	22.77
		F-test	*	*	-	-		
		C.V. (%)	35.97	33.93				

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์เล็กต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 4.15 เปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่หลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆที่อุณหภูมิ 5±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์

กรรมวิธี	อุณหภูมิ (°C)	สัปดาห์[1/]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T1	5±1	92.75±3.77a	89.75±7.41	85.00±4.83	63.50±3.32b	47.00±4.08b	41.00±11.31b	31.5±6.24b	29.5±3.51a	24.52±1.41a
	8±1	83.50±3.51b	87.00±1.83	86.25±6.90	77.00±3.56a	59.25±4.11a	50.75±11.84a	46±6.38a	17±3.74b	17.75±6.60b
	12±1	87.50±2.38b	86.50±4.65	83.00±2.96	58.00±2.94c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±.0.00c	0.00±0.00c
	F-test	*	ns	ns	**	**	**	**	**	**
	CV (%)	3.73	5.73	6.08	4.96	9.45	30.92	19.95	19.11	28.01
T2	5±1	87.7±1.71	90.75±0.9	87.75±6.2	63.75±2.87b	48.50±9.68b	36.75±2.99b	31.25±8.18a	27.75±5.12a	26.50±5.80a
	8±1	84.504.36	89.00±3.3	88.75±4.9	75.75±2.22a	63.00±10.42a	54.50±10.85a	35.50±4.65a	9.00±1.41b	9.50±2.65b
	12±1	89.25±2.3	89.50±2.5	87.50±2.6	63.75±3.40b	0.00±0.00c	0.00±0.00 c	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00c
	F-test	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	*
	CV (%)	21.36	2.77	5.52	4.24	22.10	21.50	24.42	25.05	30.68
T3	5±1	89.75±6.6	88.00±5.0	85.00±5.2	59.25±5.91a	41.50±3.51 a	17.50±9.71a	17.00±4.55a	4.42±2.45a	1.02±1.15
	8±1	94.75±1.7	85.75±2.7	84.75±6.9	60.50±3.70a	38.50±4.43 a	15.25±0.05a	11.25±2.22a	0.00±0.00b	0.00±0.00
	12±1	94.25±0.8	82.25±2.9	87.25±1.5	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00
	F-test	ns	ns	ns	**	**	*	**	*	ns
	CV (%)	5.61	4.68	5.92	10.08	12.25	51.43	31.01	60.07	72.51
T4	5±1	88.00±8.55ab	86.00±5.48	85.75±2.22a	70.75±6.18a	39.00±6.98a	15.50±2.89a	13.50±2.65a	5.52±0.82a	2.25±1.71ab
	8±1	94.2±1.71b	86.75±2.75	80.25±4.99b	60.00±5.89b	37.50±4.04a	13.25±2.75a	13.25±2.99a	5.74±3.83a	3.75±3.50a
	12±1	97.00±0.82a	86.00±2.94	89.25±3.10a	74.50±2.65a	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	*	ns	**	**	**	**	**	**	*
	CV (%)	2.60	4.55	4.26	7.54	18.25	24.04	25.83	67.82	12.42
T5	5±1	86.67±8.33 a	90.33±2.52a	85.33±2.31a	76.67±10.12a	47.67±5.69a	17.33±4.04a	4.75±2.50a	5.25±1.41a	0.52±1.00
	8±1	94.25±4.35 a	90.00±1.83a	86.25±4.50a	73.75±3.30a	45.00±3.74a	17.50±5.51a	3.25±1.89a	0.00±0.00b	0.00±0.00
	12±1	94.75±2.22 b	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00
	F-test	*	**	**	**	**	*	*	**	ns
	CV (%)	5.41	2.88	9.38	10.29	11.50	32.01	67.89	48.99	30.21
T6	5±1	95.00±2.94	89.50±3.70a	87.50±3.70a	70.50±8.35a	56.50±4.65a	19.00±3.16a	7.25±4.99a	4.75±3.10a	1.53±2.00
	8±1	94.50±2.38	90.50±1.91a	88.50±2.08a	72.75±9.64a	32.75±9.18b	15.50±3.42a	5.56±3.37ab	0.00±0.00b	0.00±0.00
	12±1	94.75±2.75	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00
	F-test	ns	*	*	**	**	**	*	*	ns
	CV (%)	2.85	4.01	4.18	15.42	19.97	23.37	85.13	82.31	84.72

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.16 เปอร์เซ็นต์ความไม่สมบูรณ์ของแตนเบียนไข่หลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆที่อุณหภูมิ 5±1°C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์

กรรมวิธี	อุณหภูมิ (°C)	สัปดาห์[1/]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T1	5±1	6.44±2.23b	11.55±2.50	12.15±2.61b	14.10±2.26b	14.89±1.06b	17.72±6.38b	12.24±3.60b	26.80±6.09b	33.33±4.29b
	8±1	7.50±2.53b	11.49±0.80	17.91±7.44b	20.86±2.81b	33.89±3.36a	47.74±11.23a	58.11±8.14a	73.38±10.21a	77.09±14.88a
	12±1	12.27±3.36a	14.16±2.88	20.73±2.99a	35.81±7.64a	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00 ±0.00c
	F-test	**	ns	*	**	**	**	**	**	**
	CV (%)	31.41	18.13	28.75	20.68	12.52	34.17	21.91	20.55	24.29
T2	5±1	10.23±2.47	11.30±1.48	17.64±4.28b	20.03±5.66b	20.64±4.73b	19.14±4.01b	24.55±1.41b	34.65±6.24b	31.20±7.38b
	8±1	6.21±2.66	12.67±2.31	17.40±2.61b	24.80±5.89b	45.61±9.87a	52.85±4.72a	60.15±10.35a	64.25±7.71a	73.21±13.85a
	12±1	10.42±3.06	10.04±1.4	27.09±4.73a	33.20±3.50a	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c
	F-test	ns	ns	*	*	**	**	**	**	**
	CV (%)	30.61	15.69	19.22	19.73	28.62	15.55	24.22	17.36	28.80
T3	5±1	6.37±3.75	11.07±2.36	13.38±4.40c	26.20±8.58b	34.45±4.57b	53.13±11.99a	80.78±7.57a	99.25±0.96a	97.50±47.87a
	8±1	9.72±2.09	15.13±4.03	19.82±2.88b	38.55±3.05a	44.48±5.43a	45.83±12.87a	46.25±11.42b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	12±1	7.64±2.54	11.25±1.14	28.94±2.37a	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**
	CV (%)	36.34	22.22	15.33	24.35	15.58	30.79	18.68	1.67	24.85
T4	5±1	7.50±3.63	11.00±4.20	15.52±5.04b	27.81±4.44b	39.19±4.55a	71.51±10.14a	70.80±8.27a	97.75±2.22a	90.84±25.00a
	8±1	9.03±2.58	13.34±3.83	18.26±5.72b	39.04±7.56a	42.92±4.46a	54.69±12.43b	65.20±11.59a	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	12±1	5.10±2.10	12.53±2.93	30.88±3.24a	38.25±3.86a	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	*	*	**	**	**	**	ns
	CV (%)	39.41	30.04	22.19	15.79	13.43	22.02	18.13	3.93	57.31
T5	5±1	8.40±4.13	13.88±1.87b	19.17±4.57a	23.32±5.38a	34.38±4.50a	67.89±8.76a	85.63±18.07a	85.54±14.27a	95.00±1.71a
	8±1	9.21±2.57	10.02±2.45a	15.43±3.60a	25.80±3.24a	41.75±10.39a	63.62±15.10a	83.33±19.25a	00.00±.000b	0.00±0.00b
	12±1	6.06±1.51	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	**	**	**	*	**	**	**	*
	CV (%)	37.22	22.55	29.11	22.14	25.75	22.99	27.06	21.39	98.10
T6	5±1	7.33±3.64	3.36±0.92b	15.16±3.70a	19.93±4.18a	47.43±4.53a	64.76±16.21a	78.27±14.88a	80.83±7.88a	98.75±37.50a
	8±1	7.66±3.50	10.25±1.88a	13.28±4.69a	16.22±3.43a	40.11±8.76a	78.35±4.91a	79.86±14.23a	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	12±1	4.46±2.29	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	**	**	**	**	**	**	**	*
	CV (%)	49.37	26.64	36.40	25.92	19.50	20.50	22.55	12.72	34.85

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.17 จำนวนการเบียนของแตนเบียนไข่หลังการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์

กรรมวิธี	อุณหภูมิ (°C)	สัปดาห์[1/]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T1	5±1	84.50±4.35	61.75±12.23	54.50±9.40	51.00±9.02a	29.50±4.12a	19.25±1.71a	12.00±5.85a	12.25±6.50a	8.25±1.71a
	8±1	82.50±6.35	70.50±7.59	50.13±23.25	34.50±6.24b	26.00±2.16a	16.50±1.29a	11.75±0.96a	9.00±2.96a	10.00±2.16a
	12±1	77.50±12.48	67.50±4.51	41.00±6.63	36.75±15.17b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	ns	*	**	**	**	**	**
	CV (%)	10.17	9.88	22.36	26.53	14.53	10.37	43.50	58.16	26.14
T2	5±1	79.50±1.50b	69.75±11.56b	56.50±6.03a	50.50±13.53a	28.50±1.73a	20.00±2.71a	17.50±5.69 a	12.75±4.65a	13.00±5.23a
	8±1	78.75±2.22b	74.25±4.35a	57.00±6.06a	37.50±5.92b	30.50±7.85a	17.50±3.11a	19.00±2.16 a	12.75±6.40a	10.25±4.72a
	12±1	85.75±7.80a	61.00±5.48b	43.75±11.03b	35.75±7.50b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	*	*	*	*	**	**	**	**	**
	CV (%)	5.41	9.56	16.41	23.18	23.61	19.04	28.86	53.70	52.46
T3	5±1	78.50±7.55	62.50±16.22	59.25±7.80a	34.25±3.30b	22.75±4.99a	20.41±8.22a	19.50±3.8 a	15.75±4.92a	14.25±7.27a
	8±1	72.25±13.38	62.75±9.33	48.50±2.50b	42.50±6.95a	26.25±7.18a	21.47±5.58a	11.75±2.50b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	12±1	75.75±12.99	69.50±10.42	49.25±1.29b	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**
	CV (%)	20.39	29.93	7.50	15.37	30.92	24.65	25.55	41.15	58.83
T4	5±1	72.25±11.70	58.75±18.34	61.50±3.11a	37.25±4.79	21.50±5.32a	18.24±5.51a	16.25±6.18a	9.75±0.96b	9.25±2.22a
	8±1	74.50±7.94	44.75±11.21	49.50±3.42a	31.50±1.29	19.50±1.29a	20.15±5.80a	14.25±3.59b	13.75±3.30a	0.00±0.00b
	12±1	85.50±3.00	62.00±14.31	38.50±3.87b	31.25±6.18	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	**	ns	*	**	**	**	**
	CV (%)	9.15	9.55	6.55	13.73	23.14	18.58	40.62	25.35	37.53
T5	5±1	68.50±4.80	59.00±14.81b	49.50±18.63a	42.00±6.73a	28.75±7.54a	23.00±2.16a	19.25±3.50a	18.50±2.52a	8.25±1.71a
	8±1	72.75±21.06	67.50±7.55a	56.50±4.20a	45.25±13.20a	30.50±17.84a	25.75±3.86a	18.00±6.16a	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	12±1	74.25±5.38	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	**	**	**	**	**	**	**	**
	CV (%)	15.70	21.09	31.20	26.39	56.63	16.24	32.96	28.87	48.23
T6	5±1	70.25±8.18	51.50±11.00b	50.50±12.48a	46.75±6.65a	31.75±5.32a	25.50±4.20a	17.00±6.68a	9.50±3.70a	5.75±7.32a
	8±1	80.75±7.48	68.00±5.91a	61.25±5.80a	30.00±9.13b	25.75±5.68a	23.50±5.06a	19.25±4.03a	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	12±1	71.50±6.95	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	**	**	**	**	*	**	**	*
	CV (%)	9.45	15.20	21.32	25.49	23.43	24.02	37.29	34.47	75.45

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.18 เปอร์เซ็นต์ฟักของแตนเบียนไข่หลังการเบียนของตัวเต็มวัยที่ฟักจากการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5±1 °C, 8±1 °C และ 12±1 °C นาน 1-9 สัปดาห์

กรรมวิธี	อุณหภูมิ (°C)	สัปดาห์[1/]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T1	5±1	96.34±1.38	93.33±3.91	93.42±3.48	91.76±3.33	88.63±4.49a	77.47±11.98a	78.68±5.24a	74.00±4.69a	74.91±0.67a
	8±1	93.49±0.97	96.23±0.36	89.76±7.31	90.20±3.51	87.38±7.38a	75.13±1.98a	77.41±3.84a	74.71±3.45a	76.50±1.73a
	12±1	94.74±1.83	92.96±1.32	91.15±2.68	86.96±5.19	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**
	CV (%)	2.54	5.38	1.52	4.57	8.50	10.24	7.21	6.78	2.13
T2	5±1	94.67±0.57	92.90±2.11	89.05±10.10	93.03±2.94	90.22±3.84a	79.75±2.45a	79.63±1.49a	74.42±3.62a	75.75±2.99a
	8±1	94.93±2.18	96.38±1.56	91.25±5.55	91.48±3.83	86.83±3.16a	70.83±7.70a	74.75±2.22b	75.41±3.24a	73.50±2.08a
	12±1	91.64±4.28	95.48±1.88	92.31±1.83	86.63±5.10	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00c	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**
	CV (%)	2.98	1.97	7.41	4.49	4.86	9.07	3.00	5.62	4.22
T3	5±1	95.36±1.89	90.26±1.59	95.35±0.78	88.98±3.13a	77.80±10.83a	78.54±5.58a	77.75±1.71a	78.09±2.76a	78.13±2.17a
	8±1	92.78±1.75	91.42±6.05	94.85±2.60	85.24±9.61a	77.86±5.99a	75.25±8.58a	76.00±4.24a	75.59±3.88a	74.79±2.98a
	12±1	94.50±2.68	91.58±3.90	96.03±1.86	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**
	CV (%)	2.28	4.67	1.99	10.05	13.77	12.48	5.15	5.36	4.18
T4	5±1	96.79±1.52	91.35±2.01	95.86±2.26	89.17±6.17a	73.13±7.80a	74.28±6.58a	74.71±4.52a	76.25±2.22a	75.33±4.57a
	8±1	93.71±2.11	91.33±2.59	95.84±2.04	76.26±3.34b	79.41±7.26a	78.58±5.58a	75.75±4.79a	74.25±2.75a	71.41±0.79a
	12±1	95.81±2.53	97.31±0.92	90.00±3.65	86.76±3.97a	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	ns	ns	*	**	*	**	**	**
	CV (%)	2.19	2.11	2.92	8.48	12.10	10.55	7.58	4.07	5.47
T5	5±1	96.15±1.84	94.51±0.60a	93.02±2.78a	91.16±2.89a	85.45±4.74a	79.31±5.50a	78.50±3.11a	75.55±4.86a	79.150.60 a
	8±1	93.91±1.67	94.76±2.02a	90.95±3.90a	86.30±2.92a	91.11±3.73a	82.12±4.15a	78.75±2.06a	77.50±2.75a	78.00±0.82a
	12±1	94.08±0.73	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	*	*	*	*	*	**	**	**
	CV (%)	1.58	1.93	4.51	4.01	5.91	8.21	4.11	6.19	1.11
T6	5±1	94.59±2.16	94.97±1.61a	94.14±3.17a	89.29±3.29a	88.45±4.45a	80.44±4.95a	77.50±3.32a	76.09±1.34a	74.75±2.50a
	8±1	94.99±1.65	93.66±1.06a	91.48±4.22a	86.59±8.79a	81.58±6.70a	79.31±6.21a	72.50±4.43a	75.90±2.08a	72.90±2.66a
	12±1	94.82±0.91	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
	F-test	ns	*	*	*	*	**	**	**	**
	CV (%)	1.75	1.77	4.93	9.24	8.20	5.84	6.39	2.82	4.29

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

4.1.3 การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่

3.1.3.1 การทดสอบสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อการเบียนแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร

การทดสอบสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่แตกต่างกันโดยมีสัดส่วนพ่อแม่พันธ์ 1:1.32 พบว่า แตนเบียนสามารถเบียนไข่ในสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ 1:5 ได้มากที่สุด 85.84% แต่ไม่มีความแตกต่างกับสัดส่วน 1:10 ที่มีการเบียน 81.75% รองลงมาคือ สัดส่วน 1:15 มีการเบียน 79.64% และสัดส่วน 1:20 พบการเบียนน้อยที่สุด 75.32 % สำหรับการฟักและสัดส่วนเพศของแตนเบียนไข่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยมีการฟักมากกว่า 90 % และสัดส่วนเพศอยู่ในช่วง 1.80-2.46 (ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.19 การเบียน การฟัก และสัดส่วนเพศของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ในสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่และแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ต่างกัน (สัดส่วนพ่อแม่พันธ์ 1:1.32)

แผ่นแตนเบียนไข่ : แผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร	การเบียน(%)[1/] ค่าเฉลี่ย±SD	การฟัก(%)[1/] ค่าเฉลี่ย±SD	สัดส่วนเพศ[1/] เพศผู้:เพศเมีย
1 : 5	85.84±1.22 a	94.709±0.69	1:1.87
1 : 10	81.75±5.23 ab	94.418±0.99	1:2.46
1 : 15	79.64±5.90 b	94.987±0.57	1:2.23
1: 20	75.32±4.86 c	95.300±3.56	1:1.80
F-test	*	ns	ns
CV (%)	3.79	1.96	24.91

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

เมื่อสัดส่วนพ่อแม่พันธ์เป็น 1:1.88 พบว่าแตนเบียนไข่สามารถเบียนไข่ในสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ 1:5, 1:10 และ 1:15 ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่สัดส่วน 1:20 เบียนน้อยที่สุด 80.54% ส่วนการฟักและสัดส่วนเพศของแตนเบียนไข่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยมีการฟักได้มากกว่า 80 % และสัดส่วนเพศอยู่ในช่วง 1.24-1.50 (ตารางที่ 4.20) สำหรับการฟักของแตนเบียนไข่สามารถฟักได้ 4 วัน โดยวันที่ 1 สัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ 1:5 และ1:10 ฟักได้ 45.22% และ 40.29% ซึ่งแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รองลงมาคือ สัดส่วน 1:15 และ 1:20 ฟักได้ 32.86% และ 30.92% ตามลำดับ ในวันที่ 2 แตนเบียนสามารถฟักได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยอยู่ในช่วง 46.04-40.04% ในขณะที่วันที่ 3 สัดส่วน 1:20 สามารถฟักได้มากที่สุดคือ 20.20% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสัดส่วนอื่นๆ และในวันที่ 4 แตนเบียนฟักได้ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติอยู่ในช่วง 6.25-3.60% (ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.20 การเบียน การฟัก และสัดส่วนเพศของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ในสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ต่างกัน (สัดส่วนพ่อแม่พันธ์ 1:1.88)

สัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ : แผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร	การเบียน(%)[1/] ค่าเฉลี่ย±SD	การฟัก(%)[1/] ค่าเฉลี่ย±SD	สัดส่วนเพศ[1/] เพศผู้:เพศเมีย
1 : 5	87.06±2.47 a	89.89	1:1.50
1 : 10	86.57±2.15 a	91.21	1:1.24
1 : 15	86.38±2.24 a	91.73	1:1.33
1: 20	80.54±3.43 b	93.72	1:1.39
F-test	*	ns	ns
CV (%)	3.08	5.86	25.28

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 4.21 เปอร์เซ็นต์การฟักของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. 1-4 วัน ในสัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ต่างกัน (สัดส่วนพ่อแม่พันธ์ 1:1.88)

แผ่นแตนเบียนไข่ : แผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร	วันที่[1/]			
	1 ค่าเฉลี่ย±SD	2 ค่าเฉลี่ย±SD	3 ค่าเฉลี่ย±SD	4 ค่าเฉลี่ย±SD
1 : 5	45.22±5.47 a	40.04±5.88	11.13±3.60 c	3.60±3.53
1 : 10	40.29±11.28 ab	41.23±8.06	14.56±7.73 b	3.90±1.92
1 : 15	32.86±6.41 b	46.04±3.57	14.84±7.33 b	6.25±1.04
1: 20	30.92±10.15 b	43.81±8.44	20.20±5.25 a	5.05±1.64
F-test	*	ns	*	ns
CV (%)	23.26	15.83	40.84	47.42

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

3.1.3.2. การทดสอบการเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

การเบียนของทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม โดยมีการเบียนมากกว่า 80% ส่วนการฟักของตัวเต็มวัยจากดักแด้กล่องพลาสติกและกระดาษไขสามารถฟักได้มากกว่า 94% ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ขณะที่ดักแด้จากกระดาษ 180 แกรม มีการฟักน้อยที่สุด 79.63% แต่สัดส่วนเพศของทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และการเก็บเกี่ยวดักแด้จากกล่องพลาสติกใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด 0.93 นาที รองลงมาคือ กระดาษไขเวลา 2.22 นาที และกระดาษ 180 แกรม ใช้เวลาการเก็บเกี่ยวนานที่สุด 4.03 นาที เนื่องจากดักแด้ติดแน่นบนกระดาษทำให้ใช้ระยะเวลาเก็บเกี่ยวนาน มีผลให้ดักแด้มีลักษณะยุบและไม่ฟัก (ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.22 การเบียน สัดส่วนเพศ และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่จากกรรมวิธีการต่างๆ

กรรมวิธี	การเบียน[1/] ค่าเฉลี่ย±SD	การฟัก[1/] ค่าเฉลี่ย±SD	สัดส่วนเพศ[1/] ค่าเฉลี่ย±SD	ระยะเวลาเก็บเกี่ยวดักแด้[1/] (นาที) ค่าเฉลี่ย±SD
กล่องพลาสติก	86.53±8.90	94.32±3.84 a	1:1.83	0.93±0.05 c
กระดาษไข	84.89±7.66	94.99±6.87 a	1:1.54	2.22±0.93 b
กระดาษ 180 แกรม	87.88±9.02	79.63±6.33 b	1:1.55	4.03±3.21 a
วิธีความคุม	88.72±5.61	90.04±9.22 a	1:1.78	-
F-test	ns	*	ns	*
CV (%)	14.35	23.77	31.99	6.97

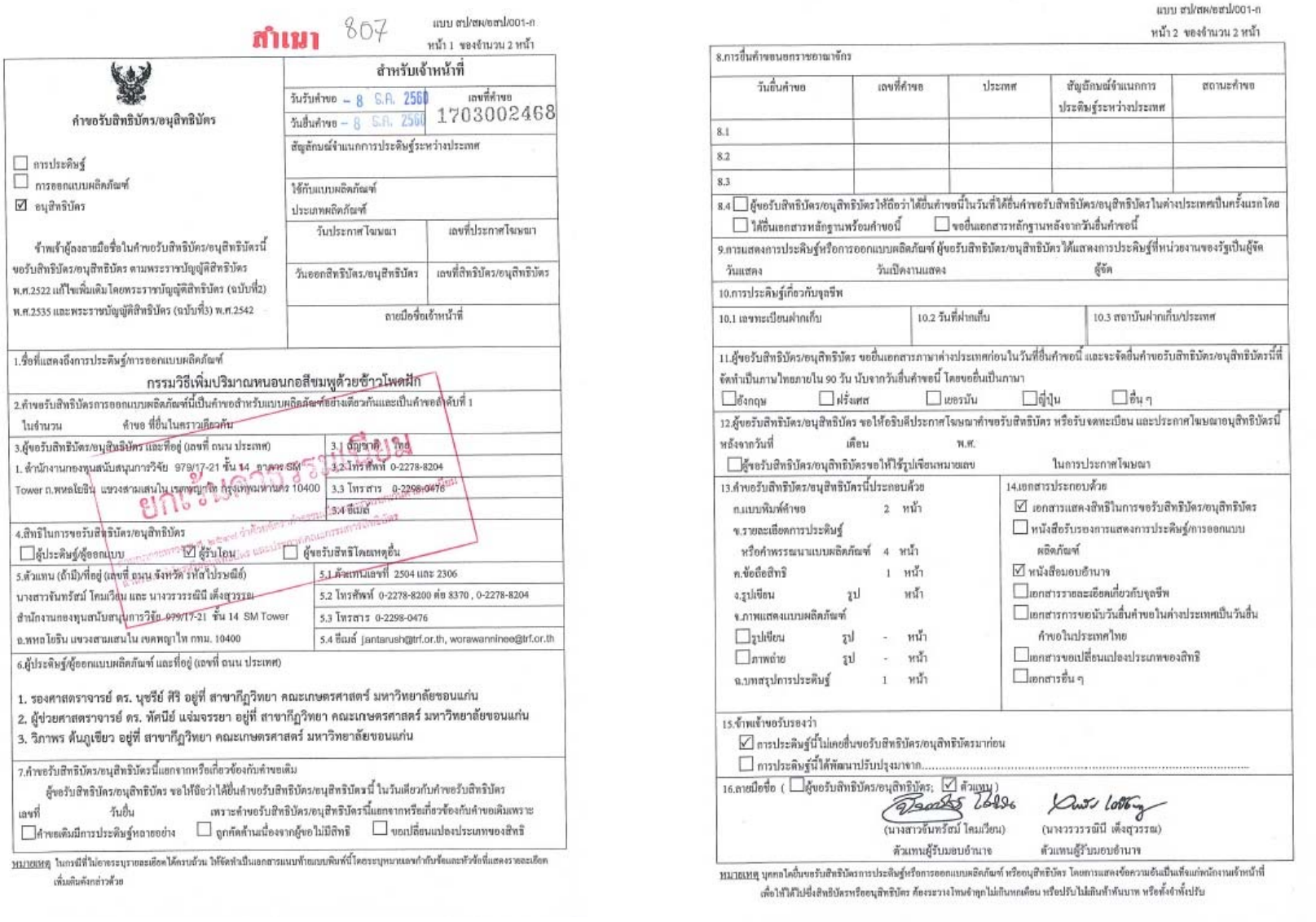
[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

4.3 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู

4.3.1 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อน

จากการศึกษากรรมวิธีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยพืชอาหารต่างๆ ได้แก่ ข้าว อ้อย และข้าวโพดในปีงบประมาณ 2559 พบว่า ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชที่เหมาะสมในการนำมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูเพื่อใช้ในการผลิตแตนเบียนหนอน เนื่องจากมีวงจรชีวิตจากระยะไข่-ตัวเต็มวัยสั้นเฉลี่ย 34.00±2.05 วัน และมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตทั้งระยะตัวหนอนและดักแด้สูง 79.60±10.43% และ 88.06±2.82% ตามลำดับ และกรรมวิธีนี้ได้ยื่นขอจดอนุสิทธิบัตรในปี 2559 และได้รับการอนุมัติอนุสิทธิบัตรในวันที่รับคำขอ 8 ธ.ค. 2560 เลขที่คำขอ 1703002468 (ภาพที่ 4.15)

เมื่อนำตัวหนอนและดักแด้ไปล้างทำความสะอาดแทนการคีบเพื่อเปลี่ยนอาหารนั้นช่วยลดระยะเวลาการเปลี่ยนอาหารในแต่ละครั้ง โดยปกติใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง/หนอนกอสีชมพูจำนวน 5 กล่อง จากการทดสอบนี้ช่วยลดระยะเวลาในการคีบตัวหนอนใส่กล่องใหม่เหลือเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ซึ่งตัวหนอนและดักแด้ที่ผ่านการล้างแล้วสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้โดยสามารถเลี้ยงต่อในอาหารใหม่ได้ โดยมีการรอดชีวิตทั้งระยะหนอนและดักแด้เท่ากับ 82.5% และ 88.22% ตามลำดับ ตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัวสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้เฉลี่ย 282.67 ฟอง/ตัว การฟักของไข่เท่ากับ 68.06% (ตารางที่ 4.23) จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีการล้างตัวหนอนเพื่อลดระยะเวลาในการเปลี่ยนอาหารสามารถนำไปประยุกต์ในการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูได้ นอกจากนี้ยังไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ (ภาพที่ 4.16)



สำเนา 807

แบบ สป/สผ/อสป/001-ก
หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ.2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่2) พ.ศ.2535 และพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่3) พ.ศ.2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ – 8 ธ.ค. 2560	เลขที่คำขอ 1703002468
วันยื่นคำขอ – 8 ธ.ค. 2560	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1.ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
กรรมวิธีเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝัก

2.คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์ที่อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่ 1
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
1. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 979/17-21 ชั้น 14 อาคาร SM Tower ถ.พหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

3.1 สัญชาติ ไทย
3.2 โทรศัพท์ 0-2278-8204
3.3 โทรสาร 0-2298-0476
3.4 อีเมล์

4.สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5.ตัวแทน (ถ้ามี) ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)
นางสาวจันทรัฐม์ โตมเวียน และ นางวรวรรธณี เด็งสุวรรณ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 979/17-21 ชั้น 14 SM Tower
ถ.พหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กทม. 10400

5.1 ตัวแทนเลขที่ 2504 และ 2306
5.2 โทรศัพท์ 0-2278-8200 ต่อ 8370 , 0-2278-8204
5.3 โทรสาร 0-2298-0476
5.4 อีเมล์ jantarush@trf.or.th, worawanninee@trf.or.th

6.ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
1. รองศาสตราจารย์ ดร. นุชรีย์ สีรี อยู่ที่ สาขากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัทนีย์ แจ่มจรรยา อยู่ที่ สาขากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. วิภาพร ต้นภูเขียว อยู่ที่ สาขากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

7.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้มีอำนาจได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร
เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

แบบ สป/สผ/อสป/001-ก
หน้า 2 ของจำนวน 2 หน้า

8.การยื่นคำขอตามอนุสัญญากรุงปารีส

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9.การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันที่ยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐อังกฤษ ☐ฝรั่งเศส ☐เยอรมัน ☐ญี่ปุ่น ☐อื่น ๆ

12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ.
☐ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย
ก.แบบพิมพ์คำขอ 2 หน้า
ข.รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ 4 หน้า
ค.ข้อถือสิทธิ 1 หน้า
ง.รูปเขียน รูป หน้า
จ.ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์
☐รูปเขียน รูป - หน้า
☐ภาพถ่าย รูป - หน้า
ฉ.บทสรุปการประดิษฐ์ 1 หน้า

14.เอกสารประกอบด้วย
☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ หนังสือมอบอำนาจ
☐เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☐เอกสารอื่น ๆ

15.ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16.ลายมือชื่อ (☐ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร; ☑ ตัวแทน)
(นางสาวจันทรัฐม์ โตมเวียน) ตัวแทนผู้รับมอบอำนาจ
(นางวรวรรธณี เด็งสุวรรณ) ตัวแทนผู้รับมอบอำนาจ

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยสาระแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่เพื่อให้ได้รับไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ภาพที่ 4.15 เอกสารการอนุมัติเลขที่คำขอยื่นจดอนุสิทธิบัตร เรื่อง “กรรมวิธีเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝัก

ตารางที่4.23 ข้อมูลการเจริญเติบโตของหนอนกอสีชมพูที่ผ่านขั้นตอนการลดเวลาเปลี่ยนอาหาร

ข้อมูล	จำนวน	ค่าพิสัย
การรอดชีวิตระยะหนอน (%)	82.5%±15.00	70-100
การรอดชีวิตระยะดักแด้ (%)	88.22±16.77	66.67-100
จำนวนไข่ (ฟอง)	282.67±72.27	207-352
การฟักของไข่ (%)	68.06±15.80	44.40-77.8

4.3.2 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียมสูตร 5

จากการทดสอบการรอดชีวิตของหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร 5 (สูตร 1+สูตร 4) พบว่า ระยะหนอนและดักแด้มีการรอดชีวิต 84.67% และ 86.29% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าระยะการเจริญเติบโตของตัวหนอนสั้นลงอยู่ระหว่าง 22-36 วัน เฉลี่ย 28.53 วัน ส่วนน้ำหนักดักแด้ สัดส่วนเพศ และปริมาณไข่ใกล้เคียงกับข้อมูลการเลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน (ตารางที่ 4.24) และจากการศึกษาระยะการเจริญเติบโตของหนอนกอสีชมพูเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารเทียม พบว่า หนอนกอสีชมพูมี ระยะไข่ 5 วัน ระยะตัวหนอน 7-9 วัย ใช้เวลาเฉลี่ย 33.20±3.40 วันในช่วง 29-38 วัน ระยะดักแด้เพศผู้ และเพศเมีย 13.20±0.92 และ 10.60±2.55 วัน ตามลำดับ ส่วนอายุของตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย10.12±3.19 และ 9.60±2.95 วัน ตามลำดับ โดยตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ได้เฉลี่ย 312.0±73.21 ฟอง/ตัว (223-397 ฟอง/ตัว) และการฟักของไข่ 86.88% (ตารางที่ 4.25)

4.3.3 การลดขั้นตอนเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียมสำเร็จรูป

จากการทดสอบการลดขั้นตอนการเปลี่ยนอาหารของหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร 4 เมื่อหนอนอายุ 14 วัน โดยนำตัวหนอนไปล้างผ่านน้ำเพื่อให้เศษอาหารและมูลของตัวหนอนหลุดออกจากหนอน พบว่า การรอดชีวิตของหนอนกอสีชมพูระยะตัวหนอน และดักแด้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีการรอดชีวิตของทั้ง 2 ระยะมากกว่า 80% (ตารางที่ 4.26) หลังจากที่ตัวหนอนกินอาหารไปจนถึงเข้าดักแด้ ถึงตัวหนอนและดักแด้ของหนอนกอสีชมพูที่ผ่านการล้างจะมีการรอดชีวิตที่สูง แต่อาหารเทียมดังกล่าวเมื่อผ่านไป 10 วัน อาหารเริ่มมีกลิ่นเหม็น และมีเมือกสีขาวเกิดขึ้นที่บริเวณด้านบนของอาหารเทียม

ตารางที่ 4.24 ข้อมูลการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียมสูตร 4

สูตรอาหาร	จำนวน (ค่าเฉลี่ย±SD)	ค่าพิสัย
การรอดชีวิตระยะหนอน (%)	84.67±2.87	81.25-88.24
การรอดชีวิตระยะดักแด้ (%)	86.29±6.86	76.92-93.33
ระยะการเจริญเติบโต ระยะหนอน	28.53±3.48	22-36
น้ำหนักดักแด้ : เพศผู้	169.65±10.82	155.1-180.6
: เพศเมีย	293.25±13.90	277.9-311.6
สัดส่วนเพศ (เพศผู้: เพศเมีย)	1: 1.33	1: 1.00-1: 1.60
ปริมาณไข่ (ฟอง/ตัว)	232.30±124.06	123-531
การฟักไข่ (%)	61.15±10.09	48.33-72.97

ตารางที่ 4.25 ระยะการเจริญเติบโตของหนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร 4

ระยะการเจริญเติบโต	จำนวน (ค่าเฉลี่ย±SD)	ค่าพิสัย
ระยะไข่(วัน)	5.0±0.0	5-5
ระตัวหนอน (7-9 วัย)(วัน)	33.20±3.40	29-38
ระยะดักแด้ : เพศผู้ (วัน)	13.20±0.92	11-14
: เพศเมีย (วัน)	10.60±2.55	6-13
ระยะตัวเต็มวัย: เพศผู้ (วัน)	10.12±3.19	7-16
: เพศเมีย (วัน)	9.60±2.95	5-16
ระยะไข่-ตัวเต็มวัยฟัก (วัน)	50.10±4.61	43-57
ปริมาณไข่ (ฟอง/ตัว)	312.0±73.21	223-397
การฟักไข่ (%)	86.88±16.36	66.84-99.00

ตารางที่ 4.26 การรอดชีวิตระยะหนอนและดักแด้ของหนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* เมื่อผ่านขั้นตอนการล้าง

กรรมวิธี	การรอดชีวิตระยะหนอน(%) (ค่าเฉลี่ย±SD)	การรอดชีวิตระยะดักแด้ (%) (ค่าเฉลี่ย±SD)
ล้างตัวหนอน	96.67±5.77	90.0±10.0
ไม่ล้างตัวหนอน	100.0±0.0	86.7±10.4
t-test	ns	ns

4.4 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน

4.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพเบียนหนอนแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*

จากการทดสอบประสิทธิภาพแตนเบียนที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการโดยใช้หนอนกอสีชมพูในข้าวโพดฝักอ่อน อายุ 9 วัน และอาหารเทียมสูตร 5 อายุ 14 วัน พบว่า หนอนที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน และอาหารเทียมสูตร 5 ให้ดักแด้แตนเบียนหนอน 110.58±52.00 และ 78.83±31.94 ดักแด้/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งจากการทดสอบ ปริมาณดักแด้แตนเบียนที่ได้จากหนอนกอในอาหารทั้ง 2 ชนิดมากกว่าที่มีการรายงานมา หนอนกอสีชมพูที่กินอาหารเทียมสำเร็จรูปเป็นอาหาร สามารถให้ดักแด้แตนเบียน 56.50±1.30 ดักแด้/กลุ่ม/หนอน 1 ตัว (วิวัฒน์ และคณะ, 2550) ส่วนหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยอ้อย เมื่อนำไปเบียน ได้ดักแด้แตนเบียน 70.30-87.10 ดักแด้/หนอน 1 ตัว (วชิรชัย และคณะ, 2546) ส่วนเปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัยและสัดส่วนเพศ (เพศผู้: เพศเมีย) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับการเบียน 87.31%, 1: 2.19 และ 92.42%, 1: 1.88 ตามลำดับ ใกล้เคียงกับการรายงานของ วชิรชัย และคณะ (2546) มีการฟักเป็นตัวเต็มวัยสูงที่สุด 98.5% (ตารางที่ 4.27)

ตารางที่ 4.27 จำนวนดักแด้ เปอร์เซ็นต์การฟัก และสัดส่วนเพศแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*

อาหาร	ดักแด้แตนเบียน/หนอน 1 ตัว		การฟักเป็นตัวเต็มวัย (%)		สัดส่วนเพศ (เพศผู้: เพศเมีย)
	ค่าเฉลี่ย±SD	ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย±SD	ค่าพิสัย	
ข้าวโพดฝักอ่อน	110.58±52.00	36-211	87.31±8.28	66.67-97.92	1: 2.19
อาหารเทียมสูตร 5	78.83±31.94	43-154	92.42±8.34	76.47-100	1: 1.88
t-test	ns		ns		ns

4.4.2 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*

4.4.2.1 การเบียนหนอนแบบเดี่ยว

จากการทดสอบการนำหนอนกอสีชมพูที่ผ่านการล้างทำความสะอาดมาปล่อยให้แตนเบียนหนอนเบียน พบว่า หนอนกอสีชมพูที่ผ่านการล้างทำความสะอาดเมื่อต้องการเปลี่ยนอาหารไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเข้าเบียนของแตนเบียนหนอน เนื่องจากได้ผลการทดสอบใกล้เคียงกับการเบียนหนอนกอสีชมพูที่ไม่ได้ล้าง จำนวนดักแด้แตนเบียนหนอนที่ล้าง และไม่ล้าง 59.20และ 63.26 ดักแด้/หนอน 1 ตัว ตามลำดับ และตัวเต็มวัยสามารถฟักได้ 78.82% และ 94.99% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.28)

ตารางที่ 4.28 จำนวนดักแด้ การฟักเป็นตัวเต็มวัย และสัดส่วนเพศของแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* เบียนหนอนกอสีชมพูที่ผ่านขั้นตอนการล้าง

ข้อมูล	ล้างตัวหนอน		ไม่ได้ล้างตัวหนอน	
	จำนวน	ค่าพิสัย	จำนวน	ค่าพิสัย
จำนวนแตนเบียนหนอน (ดักแด้/หนอน 1 ตัว)	59.20±19.29	40-91	63.26±28.07	43-173
การฟักเป็นตัวเต็มวัย (%)	78.82±21.16	55.89-96.07	94.99±7.68	69.64-100.00
สัดส่วนเพศ (เพศผู้: เพศเมีย)	1: 1.29	-	1: 3.35	-

4.4.2.2 การเบียนหนอนแบบหมู่

การทดสอบการเบียนหนอนกอสีชมพูแบบหมู่ พบว่า เมื่อปล่อยให้แตนเบียนเบียนนานถึง 24 ชั่วโมง แตนเบียนหนอนตายประมาณ 80-90% เนื่องจากหนอนมุดและเข้าไปกินอาหารอยู่ภายในข้าวโพดฝักอ่อนทำให้เมื่อแตนเบียนเข้าเบียนปีก และขาของแตนเบียนจะติดกับเศษมูลและเศษอาหารจึงทำให้แตนเบียนหนอนตายในที่สุด และหนอนกอสีชมพูสามารถกัดแตนเบียนจนแตนเบียนหนอนตายได้ นอกจากนี้ยังพบว่าหนอนกอสีชมพูที่ไม่ได้มุดลงไปกินอาหารนั้นจะถูกแตนเบียนเบียนมากกว่า 1 ตัวจึงทำให้หนอนตายก่อนที่ดักแด้เบียนหนอนจะพัฒนาได้ ดังนั้นในการทดสอบต่อไป ต้องลดระยะเวลาในเข้าเบียนของตัวเต็มวัยแตนเบียนหนอนลงเพื่อให้ได้วิธีการที่ผลิตแตนเบียนหนอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากทดสอบเบื้องต้นให้แตนเบียนหนอนเบียนนานเกินไปจนทำให้แตนเบียนหนอนตายมาก จึงได้มีการทดสอบการเบียนหมู่ใหม่อีกครั้งโดยลดเวลาการเบียนเหลือ 10, 20 และ 30 นาที พบว่า หลังจากถูกเบียนตามเวลาดังกล่าวแตนเบียนหนอนที่ปล่อยให้เบียนนาน 20 และ 30 นาทีมีเปอร์เซ็นต์การตายของตัวเต็มวัยจากการถูกหนอนกอสีชมพูกัด 44.85% และ 44.56% ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับที่เวลา 10 นาที เช่นเดียวกับการเบียนที่ 30 นาที มีการเบียนของแตนเบียนหนอนมากที่สุด คือ 61.12% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนดักแด้แตนเบียนหนอน การฟักเป็นตัวเต็มวัย และสัดส่วนเพศของแตนเบียนหนอนที่ได้มีความใกล้เคียงกับการเบียนหนอนด้วยการเบียนเดี่ยว (ตารางที่ 4.29)

ตารางที่ 4.29 เปอร์เซ็นต์การตาย การเบียน และการฟัก จำนวนดักแด้ และสัดส่วนเพศของแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* ที่ผ่านการเบียนหนอนกอสีชมพูแบบหมู่

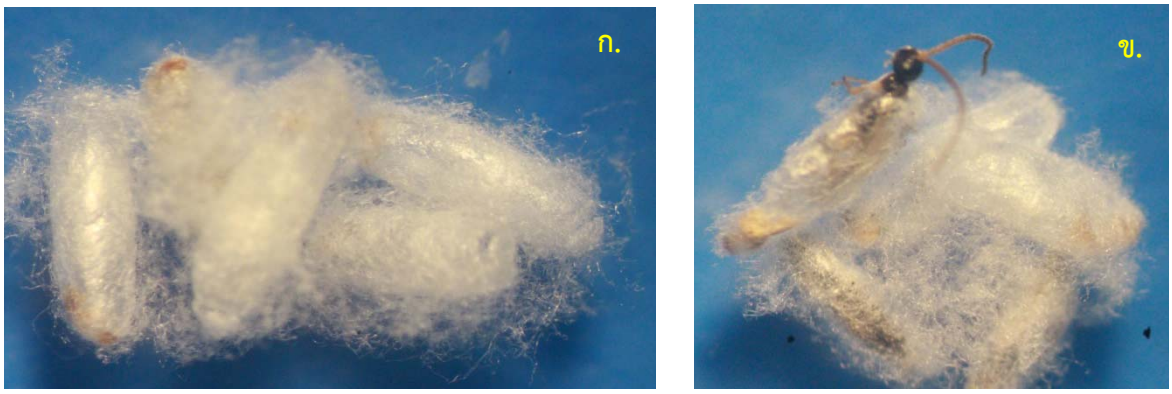
เวลาเบียน (นาที)	N	แตนเบียนหนอนถูกหนอนกัด (%)	การเบียน (%)	จำนวนดักแด้/หนอน 1 ตัว	การฟักเป็นตัวเต็มวัย (%)	สัดส่วนเพศ (เพศผู้: เพศเมีย)
10	20	29.28±11.82	46.84±7.99	78.75±10.59	95.07±5.87	1: 2.40
20	20	44.85±17.49	44.63±23.44	63.75±18.10	94.06±2.79	1: 1.64
30	20	44.56±15.26	61.12±15.44	76.50±22.96	81.46±10.83	1: 1.71
F-test		ns	ns	ns	*	ns
CV (%)		8.85	7.36	5.46	8.08	22.03

4.4.3 การทดสอบการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอน *C. flavipes*

จากการทดสอบการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอน *C. flavipes* ในกรรมวิธีต่างๆ ต่อการฟักของตัวเต็มวัย โดยการสังเกตลักษณะการฟักของดักแด้แตนเบียนหนอนดูจากปลอกดักแด้จะมีลักษณะที่ใสและมีรูเปิด (ภาพที่ 4. 17) ที่อุณหภูมิ 8 ° C, 10 ° C และ 12° C พบว่า หลังจากเก็บรักษานาน 1 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 8° C ดักแด้แตนเบียนหนอนที่เก็บรักษาด้วยกรรมวิธีที่ 1 (ดักแด้อายุ 1-2 วันไม่ห่อ), 3 (ดักแด้อายุ 3-4 วันไม่ห่อ) และ 5 (ดักแด้อายุ 5-6 วันไม่ห่อ)สามารถฟักเป็นตัวเต็มวัยได้ 91.9%, 95.2% และ 95.6% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 (ดักแด้อายุ 5-6 วันห่อกระดาษฟอยล์) มีการฟัก 84.4% แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีอื่นๆ โดยกรรมวิธีที่ 2 มีการฟักเป็นตัวเต็มวัยต่ำที่สุด 32.8% ต่างจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10° C กรรมวิธีที่ 1(ดักแด้อายุ 1-2 วันไม่ห่อ), 2(ดักแด้อายุ 3-4 วัน ห่อกระดาษฟอยล์), และ3 (ดักแด้อายุ 3-4 วันไม่ห่อ) ฟักเป็นตัวเต็มวัย 93.2%, 91.9% และ87.5% ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนที่ 12° C กรรมวิธีที่ 3 (ดักแด้อายุ 3-4 วันไม่ห่อ) ตัวเต็มวัยฟักมากที่สุด 95.6% รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 (ดักแด้อายุ 3-4 วัน ห่อกระดาษฟอยด์) และ 5 (ดักแด้อายุ 5-6 วันไม่ห่อ) 86.5% และ 62.1% ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ ที่ 8° C กรรมวิธีที่ 1 และ 4 มีการฟักมากกว่า 50% สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาที่ 10 ° C การฟักเป็นตัวเต็มวัยในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งต่างจากที่ 12 ° C การฟักมากที่สุดในกรรมวิธีที่ 4 76.3% รองลงมาคือ 1 (68.19%) และ 3 (67.7%) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษานานถึง 3 สัปดาห์ การฟักเป็นตัวเต็มวัยต่ำมากกว่า 50% ทุกๆกรรมวิธี และทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษา ซึ่งต่างกับการรายงานของ ทัศนีย์ และ นุชรีย์ (2548) พบว่าที่อุณหภูมิ 13 °C สามารถเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอนได้ 2 สัปดาห์มีการฟักสูงสุด 78.36% เมื่อห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ภายนอกกล่อง 2 ชั้น (ตารางที่ 4.30) โดยการเก็บรักษา 1 สัปดาห์สามารถยืดเวลาการฟักของดักแด้ออกไปได้ประมาณ 6-7 วันก่อนจะฟักเป็นตัวเต็มวัย ส่วนที่ 2 และ 3 สัปดาห์ สามารถยืดเวลาการฟักได้ 10-15 วัน และ15-21 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.31) ใกล้เคียงกับการทดสอบของ เทวี และคณะ (2552) ศึกษาอุณหภูมิในการเก็บรักษากลุ่มดักแด้

แตนเบียนหนอนในจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 ซม. เป็นระยะเวลานาน 5, 7, 9 และ 11 วัน มีเพียงที่อุณหภูมิ 18°C สามารถเก็บรักษาดักแด้ได้นานที่สุดคือ 11 วัน และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C นาน 4, 12 และ 20 วัน ดักแด้แตนเบียนหนอนที่เก็บรักษานาน 12 และ 20 วัน มีการฟักน้อยกว่า 60% (Riddick, 2001)

ภาพที่ 4.16 การทดสอบเบื้องต้นการลดขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหนอนกอสีชมพูในข้าวโพดฝักอ่อน
ก. ลักษณะตัวหนอนและเศษข้าวโพดฝักอ่อนที่ผ่านการล้าง
ข. ตัวหนอนที่ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู



ภาพที่ 4.17 ลักษณะของดักแด้แตนเบียนหนอนฟักและไม่ฟักหลังผ่านการเก็บรักษา
ก. ปลอกของดักแด้ที่ตัวเต็มวัยฟักออก
ข. ตัวเต็มวัยแตนเบียนหนอนที่ติดอยู่ภายในดักแด้

ตารางที่ 4.30 เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* หลังเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-3 สัปดาห์

กรรมวิธี	1 สัปดาห์			2 สัปดาห์			3 สัปดาห์		
	8±0.32 ° C	10±0.15 ° C	12±0.49 ° C	8±0.32 ° C	10±0.15 ° C	12±0.49 ° C	8±0.32 ° C	10±0.15 ° C	12±0.49 ° C
1	91.9±9.5 a	93.2±10.6 a	1.3±2.5 d	70.5±29.1 a	20.0±12.2	68.19±16.35ab	0.0±0.0c	10.0±5.78ab	20.0±29.3
2	32.8±35.8 c	91.9±0.9 a	33.9±26.4cd	1.3±2.5 c	62.7±27.4	40.0±21.79 bc	0.0±0.0 c	27.50±18.9 a	33.3±29.3
3	95.2±3.8 a	87.5±8.4 a	95.6±3.1a	61.3±13.0 a	57.5±23.9	67.7±25.15 ab	0.0±0.0 c	1.25±2.5bc	5.0±5.0
4	55.8±24.6bc	56.1±34.6ab	86.5±18.1ab	40.2±14.5 ab	25.0±10.0	76.3±14.67 a	13.5±15.97 a	0.0±0.0 c	6.67±7.6
5	95.6±5.1 a	10.5±14.9bc	59.5±34.5bc	38.1±15.7 ab	48.3±29.3	26.3±29.82cd	3.63±2.42 b	7.50±8.7abc	12.5±13.2
6	84.4±16.8ab	38.3±37.0 c	62.1±25.4abc	27.9±31.1 bc	35.4±30.7	0.0±0.0d	0.0±0.0 c	7.50±6.4acb	0.0±0.0
F-test	**	**	**	**	ns	**	**	*	ns
CV (%)	25.73	34.69	37.59	50.64	14.47	44.76	86.69	82.19	83.13

[1/] ทรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ,*มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.31 เวลาการยืดอายุการฟักของดักแด้แตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* หลังเก็บรักษาที่กรรมวิธีแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 1-3 สัปดาห์

กรรมวิธี	1 สัปดาห์			2 สัปดาห์			3 สัปดาห์		
	8±0.32 ° C	10±0.15 ° C	12±0.49 ° C	8±0.32 ° C	10±0.15 ° C	12±0.49 ° C	8±0.32 ° C	10±0.15 ° C	12±0.49 ° C
1	6.75±0.5	6.50±0.58	5.75±0.50	11.50±0.6	12.75±0.50	9.0±1.41	-	16.50±1.0	15.75±0.96
2	6.75±0.50	6.25±0.50	6.0±0.0	-	11.25±0.50	10.0±0.0	-	16.75±0.96	15.25±0.50
3	6.25±0.5	7.67±1.15	7.50±1.0	14.75±0.5	14.75±1.50	13.0±0.0	-	17.0±0.0	18.25±0.5
4	6.75±0.5	9.0±1.63	6.50±0.58	14.5±0.6	15.75±2.06	13.0±0.0	19.5±0.5	-	18.50±0.58
5	7.33±0.58	5.00±0.0	6.0±0.0	14.7±0.5	13.0±0.00	13.25±0.50	20.7±1.15	20.25±.050	21.25±0.5
6	7.0±0.82	6.33±0.58	6.25±0.50	-	14.0±0.00	14.50±0.71	-	20.67±0.58	-

บทที่ 5

การติดตามผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนไข่

การถ่ายทอดเทคโนโลยี การพัฒนาและแก้ปัญหากระบวนการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารและแตนเบียนไข่ให้แก่โรงงานน้ำตาลเกษตรไทยอินเตอร์เนชั่นแนล ชูการ์คอร์ปอเรชั่น จังหวัดนครสวรรค์ ตั้งแต่ ปี 2559 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการร่วมกัน ดังนี้

1. ประชุมร่วมกับพนักงานบริษัท แลกเปลี่ยนข้อมูล ด้านการเพาะเลี้ยง วิธีการเพาะเลี้ยง ปัญหาอุปสรรคที่พบจากการเพาะเลี้ยง
2. แนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาจากการเพาะเลี้ยง โดย
   2.1 เก็บข้อมูลการเพาะเลี้ยง
   2.2 ทดสอบ เปรียบเทียบวิธีการของโรงงานกับวิธีการของโครงการ
3. ติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน

โรงงานเกษตรไทยอินเตอร์เนชั่นแนลชูการ์คอร์ปอเรชั่น มีระบบการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารเป็น 2 ระบบ คือ

3.1 การผลิตในระบบปิด เป็นการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 25 °C

3.2 การผลิตในระบบเปิด เป็นการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารในกรงเลี้ยงมุ้งตาข่าย ที่ตั้งอยู่ภายใต้ต้นไม้บริเวณหน้าบ้านของพนักงานเลี้ยงแมลง

จากการดำเนินงานร่วมกันตลอดระยะเวลา 1 ปี พบว่า ทางโรงงานได้มีการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเป็นระบบและมีมาตรฐานขึ้น ซึ่งจากการติดตามผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนไข่ของโรงงานน้ำตาลเกษตรไทย เมื่อวันที่ 19-21 ธันวาคม 2560 พบว่า ทางโรงงานได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร และแตนเบียนไข่ และห้องเพาะเลี้ยงมีความสะอาดขึ้นมาก ดังนี้

การพัฒนาระบบการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารจากคำแนะนำของโครงการ

1. การเพาะเลี้ยงระยะหนอนผีเสื้อข้าวสาร
   1.1 ลดเวลาการเก็บผีเสื้อข้าวสาร
   1.2 ลดจำนวนไข่ที่โรยต่อกล่องเลี้ยง
   1.3 ลดเวลาและต้นทุนการผสมอาหารจากเดิมใช้ข้าวสารหักผสมรำเป็นใช้รำข้าวอย่างเดียว
2. วิธีการเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสาร
   2.1 ลดเวลาการเก็บไข่และลดการปนเปื้อนของเกล็ดผีเสื้อข้าวสารโดยให้ไข่ผ่านตะแกรงมุ้งลวด
   2.2 ลดเวลาการเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสาร โดยใช้การเก็บจากถุงตาข่ายแทนกล่องพลาสติก
   2.3 ลดปริมาณผีเสื้อข้าวสารต่อถุงตาข่าย เพื่อลดความหนาแน่นของผีเสื้อ
   2.4 เพิ่มความถูกต้องในการเก็บจำนวนผีเสื้อข้าวสารต่อถุงแทนการคาดคะเนด้วยสายตา
3. ลดการฟุ้งกระจายของเกล็ดผีเสื้อในห้องเลี้ยง

3.1 ทำชั้นแขวนตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารสำหรับเก็บไข่ โดยให้มีผ้าคลุมป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดผีเสื้อข้าวสาร (scale) ซึ่งเป็นอันตรายต่อคนผู้ปฏิบัติงานในกรณีโรงเรือนผีเสื้อข้าวสารที่แปลงดงบ้านโพธิ์ ถ้า

เป็นไปได้ควรแยกออกให้ห่างบ้านพักของพนักงาน (ภาพที่ 5.1 และ 5.3)

3.2 การเก็บไข่ผีเสื้อข้าวสารในที่เปิด ให้เก็บและทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารในตู้ปิด เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดผีเสื้อข้าวสาร (scale) ขณะทำความสะอาด ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและสถานที่อยู่อาศัยใกล้เคียง

4. วิธีการอบรำที่ถูกต้อง

4.1 สามารถลดจำนวนมอดในห้องเลี้ยงได้

4.2 ลดจำนวนครั้งและเวลาในการอบรำ

5. อื่นๆ

5.1 การทำความสะอาดห้องเลี้ยง ชั้นเลี้ยง และรอบๆบริเวณห้องเลี้ยงเพื่อลดการปนเปื้อน

5.2 แยกที่พักของพนักงานออกจากห้องเลี้ยง หรือกั้นสถานที่เป็นสัดส่วน

5.3 การลดการเข้าทำลายของแตนเบียนหนอน *Bracon hebetor* ด้วยการใช้ฝากล่อง 2 ชั้น (ภาพที่5.2)

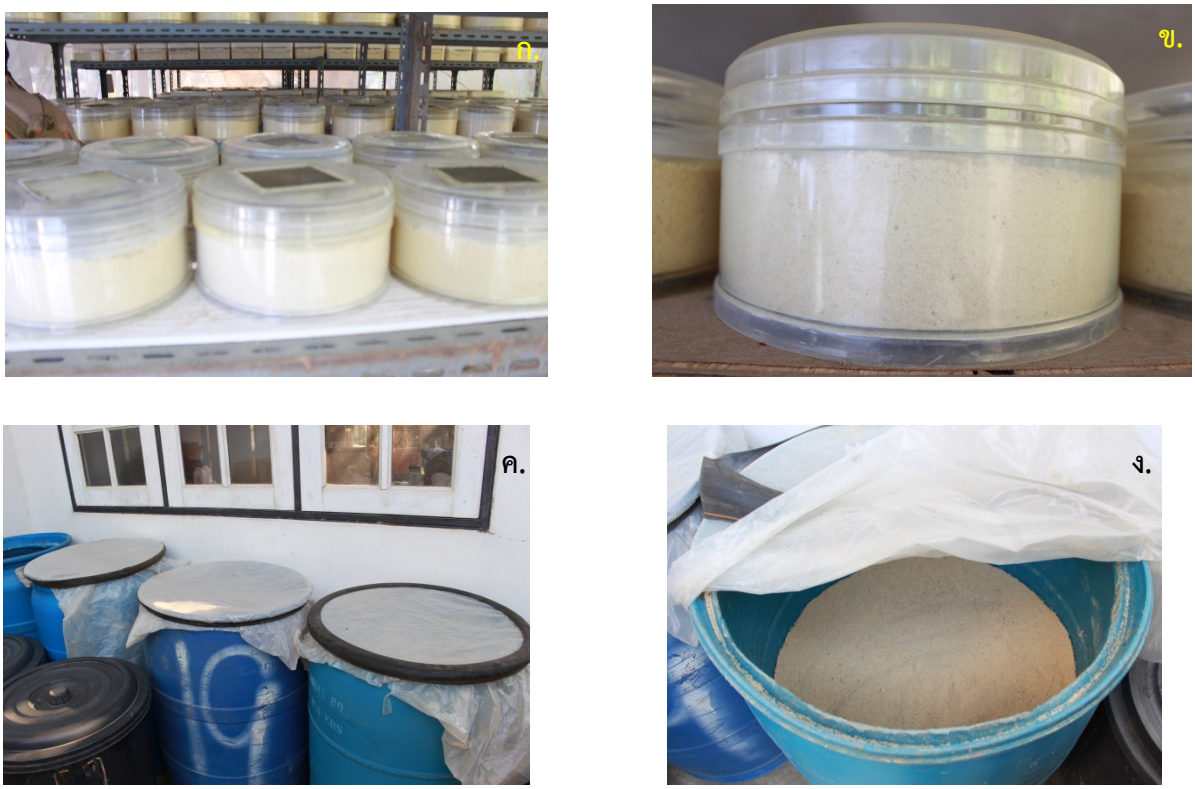
ภาพที่ 5.1 การพัฒนาห้องเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารระบบปิดตามคำแนะนำของโครงการ

ก.-ข. ลดการระบาดของมอดโดยการใช้ผ้ามุ้งคลุมชั้นเลี้ยงระยะหนอนผีเสื้อข้าวสาร

ค. จัดระเบียบห้องเลี้ยงหนอนเพื่อลดการปนเปื้อน

ง. ลดการฟุ้งกระจายของเกล็ดผีเสื้อด้วยการใช้ผ้ามุ้งคลุมชั้นวางไข่

จ.-ช. ลดเวลาการเก็บไข่และลดการปนเปื้อนของเกล็ดผีเสื้อโดยให้ไข่ผ่านตะแกรง



ภาพที่ 5.2 การพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารระบบเปิดตามคำแนะนำของโครงการ
ก.-ข. ใช้ฝากล่อง 2 ชั้น เพื่อลดการเข้าทำลายของแตนเบียน *Bracon hebetor*
ค.-ง. ลดจำนวนมอดในกล่องเลี้ยงหนอนผีเสื้อโดยใช้วิธีการอบรำที่ถูกต้อง

ภาพที่ 5.3 การพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารระบบเปิดตามคำแนะนำของโครงการ

ก. ลดการฟุ้งกระจายของเกล็ดผีเสื้อโดยการใช้ถุงตาข่ายแทนกล่องพลาสติกและคลุมผ้าที่ชั้นวางไข่

ข.-ค. ลดเกล็ดผีเสื้อที่ปนกับไข่โดยให้ไข่ผ่านตะแกรง

ง. ตู้ทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร

จ.-ช. ลักษณะภายในตู้ทำความสะอาดไข่มีตะแกรงเพื่อให้เกล็ดผีเสื้อร่วงลงบนพื้นที่มีถุงพลาสติกรองรับด้านข้างคลุมด้วยผ้าโดยรอบ

เอกสารอ้างอิง

ชำนาญ พิทักษ์. 2542. หนอนกอเจาะลำต้นอ้อย.วารสารกีฏและสัตววิทยา ปีที่:21 ฉบับที่:3 เลขหน้า: 203-206.

เทวี มณีรัตน์, วิวัฒน์ เสือสะอาด และเพ็ญนภา วรรณรัตน์. 2554. การศึกษาอุณหภูมิในการเก็บรักษากลุ่มดักแด้แตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาพืช.กรุงเทพมหานคร. 659 หน้า.

นายวิจิตร์ การนา. 2557. สุรินทร์ ผลิตและขยายแมลงศัตรูธรรมชาติแตนเบียนกว่า 185 ล้านตัว. วารสาร สปข.2. กรมประชาสัมพันธ์. แหล่งข้อมูล: http://region2.prd.go.th/ewt_news.php?nid=82552&filename=index. ค้นเมื่อ 5 สิงหาคม. 25558.

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และนุชรีย์ ศิริ. 2548. การศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* Kurdjumov และแตนเบียนหนอนกระทู้ผัก *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconida) กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

เทวี มณีรัตน์ วิวัฒน์ เสือสะอาด และเพ็ญนภา วรรณรัตน์. 2554. การศึกษาอุณหภูมิในการเก็บรักษากลุ่มดักแด้แตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron)(Hymenoptera: Braconidae). *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. วันที่ 1-4 กุมภาพันธุ์ 2554. ณ กรุงเทพมหานคร.

เทวี มณีรัตน์, สินีนาฏ รัตนาคะ, และวิวัฒน์ เสือสะอาด. 2552. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราส่วนเพศของแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae). หน้า 106-110. ใน การประชุมทาง วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 วันที่ 17-20 มีนาคม 2552. ณ กรุงเทพมหานคร.

รัตนา ชนะพงษ์. 2538. อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani เพื่อชะลอการฟัก. วารสารกีฏและสัตววิทยา 17(4): 228-234.

วชิรชัย จาร์ยคูณ จันทร์เพ็ญ แก่นคง สิริวรรณ์ แพงมา สุภาภรณ์ เสียงศรี อัปสร เปลี่ยนสินไชย และ พิพัฒน์ วีรถาวร. 2546. การเลี้ยงหนอนกอสีชมพูเพื่อผลิตแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron). *ใน* รายงานกระประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งชาติ ครั้ง 5 20-22 สิงหาคม 2456 ณ โรงแรมจอมเทียนปาล์มบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี.

วิจิตร์ การนา. 2557. สุรินทร์ผลิตและขยายแมลงศัตรูธรรมชาติแตนเบียนกว่า 185 ล้านตัว. วารสาร สปข. 2. กรมประชาสัมพันธ์.แหล่งข้อมูล: http://region2.prd.go.th/ewt_news.php?nid=82552&filename=index.ค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2559.

วินิภา ชาลีคาร. 2556. การพัฒนาการผลิตและการใช้ประโยชน์แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิยวรรณ บุญทัน. 2549. นิเวศวิทยาประชากรและการพัฒนาแบบจำลองของหนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* Walker และแมลงเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron)

วิวัฒน์ เสือสะอาด, เทวี มณีรัตน์, กิตติยา สุขเสน, อรพรรณ เกินอาษา และสินีนาฎ รัตนาคะ. 2553. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) ในเชิงพาณิชย์. สรุปผลการวิจัยปีที่ 2 เรื่องการควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร ทางการแพทย์ และสัตวแพทย์ โดยชีววิธี.

วิวัฒน์ เสือสะอาด กิตติยา สุขเสน เทวี มณีรัตน์ สินีนาฎ รัตนาคะ และอรพรรณ เกินอาษา. 2550. การศึกษาความเป็นไป ได้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนหนอนเจาะลำต้นและ ยอดอ้อย *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera : Braconidae) ในเชิงพาณิชย์.

วีระเทพ พงษ์ประเสริฐ, ไสว บูรณพานิชพันธ์, จิราพร ตยุติวุฒิกุล และ เกียรติศักดิ์ เกิดสุข. 2551. ผลของการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum Viggiani* ในการควบคุมหนอนกออ้อย. วารสารเกษตร 24(1): 1–12.

สายฝน ทดทะศรี. 2551. การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. วิทยานิพนธ์ปริญญาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถิตย์ ปฐมรัตน์. 2544. แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. เทคนิคการเลี้ยงการขยายพันธุ์. เอกสารวิชาการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพกองกีฏและสัตว-วิทยากรมวิชาการเกษตร. 78 หน้า.

สมพร อิศวิลานนท์. 2559. ทำกินถิ่นอาเซียน:ไทยผู้นำผลิต-ส่งออกน้ำตาลของอาเซียน.คม ชัด ลึก.ค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2559.URL: http://www.komchadluek.net/news/lifestyle/222238.

สมศรี บุญเรือง. 2544. โครงการควบคุมหนอนกออ้อยโดยใช้แตนเบียน (พ.ศ.2544-2547), หน้า 1-13. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนา ชีวภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย. วันที่ 14 -15 มีนาคม 2545 ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชาออคิด. จังหวัดขอนแก่น.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล. 2559. รายงานพื้นที่การปลูกอ้อย ปีการผลิต 2558/2559.ค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2559. URL: http://www.ocsb.go.th/upload/OCSBActivity/fileupload/8071-2689.pdf.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถิติการส่งออก (Export) น้ำตาลทราย : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. ค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2559. URL:http://www.oae.go.th/oae_report/export import/export_result.php.

อัมพร วิโนทัย และสถิต ปฐมรัตน์. 2546. การเพาะเลี้ยงแตนเบียน *Cotesia flavipes* โดยใช้หนอนกอสีชมพูเพื่อควบคุมหนอนกออ้อย. หน้า 35-41. *ใน*: สัมมนาโครงการควบคุมหนอนกออ้อยโดยใช้แมลงเบียน ปี 2546. 10-12 ธันวาคม. ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ จังหวัดเชียงใหม่.

Abdurrahman, A., E. Karasu, S. Karaborklu and A. S. Tuncbilek. 2008. Effects of cold storage,

rearing temperature, parasitoid age and irradiarion on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Storage Product Research 44: 232-240.

Alam, M. S., M. Z. Alam, S. N. Alam, M. R. U. Miah, and M. I. H. Mian. 2016 Effect of storage duration on the stored pupae of parasitoid *Bracon hebetor* (Say) and its impact on parasitoid quality. Bangladesh Journal of Agricultural Research 41, 297–310.

Alejandra, A., T. Eduardo, and N. Botto. 2004. Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biological Control. 30: 11-16.

Garcia, V. P., E. Wajnberg, J. Pizzol and M.L.M. Oliveira. 2002. Diapause in the egg parasitoid *Trichogramma cordubensis*: role of temperature. Insect Physiology 48: 349-355.

Goubault, M., A.M. Cortesero, C. Paty, J. Fourrier, S. Dourlot and A. Leralec. 2011. Abdominal sensory equipment involved in external host discrimination in a solitary parasitoid wasp. Microsc. Res. Tech. 74: 1145 –1153.

Ghosh, E and C. R. Ballal. 2017. Effect of age dependent cold storage of factitious host *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) for their continuous production and *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) rearing. Asia-Pacific Entomology: 928–934.

Jalali S. K., and S. P. Singh 1992. Differential response of four *Trichogramma* species to low temperatures for short term storage. Entomophaga. 37: 159–165.

Jalali, S. K., T. Venkatesan, K. S. Murthy, J. R. Rajaratnam, and Y. Lalitha. 2007. Vacuum packaging of *Corcyra cephalonica* (Stainton) eggs to enhance shelf life for parasitization by the egg parasitoid *Trichogramma chilonis*. Biological Control 41: 64-67.

Lobdell, E.C., T. H. Yong and M.P. Hoffmann. 2005. Host color preferences and short-range searching behavior of the egg parasitoid Trichogramma ostriniae. The Netherlands Entomological Society. 116: 127–134.

Pitcher, S. A., M. P. Hoffmann, J. Gardner, M. G. Wright, and T. P. Kuhar. 2002. Cold storage of *Trichogramma ostriniae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. Biological Control. 47: 525–535.

Pratissoli, D., U.R. Vianna, H.N. Oliveira and F.F Pereir. 2003. Efeito do armazenamento de ovos de Anagastakuehniella, (Lepidoptera: Pyrali-dae) nascaracterísticasbiológicasde

trêsespécies de Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Rev. Ceres 50: 95–105.

Pitcher, S. A., M. P. Hoffmann, J. Gardner, M. G. Wright, and T. P. Kuhar. 2002. Cold storage of *Trichogramma ostriniae* reared on *Sitroga cerealella* eggs. Biological Control 47: 525–535.

Riddick E.W.. 2001. Effect of cold storage on emergence, longevity, fertility, and survival of *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae). J Entomol Sci 36:366–379.

Rundle, B. J, L. J. Thomson, and A. A. Hoffmann. 2004. Effects of cold storage on field and laboratory performance of *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and the response of three *Trichogramma* spp. (*T. carverae, T. nr. brassicae*, and *T. funiculatum*) to cold. J. Econom. Entomol. 97: 213–221.

Sen, M., and Y. W. Chen. 2006. Effects of constant temperature, exposure period, and age on diapause induction in *Trichogramma dendrolimi*. Biological Control 36: 267–273.

Schmidt, J.M. 1994. Host recognition and acceptance by *Trichogramma.*Biological control with egg parasitoids.164-200.

Soga J. M., D. Bergvinson and S. Mugo. 2001. Mass rearing of the maize stem borers *Chilo partellus*, *Busseola fusca*, *Sesamia calamistis*, *Chilo orichalcociliellus* and *Eldana saccharina* at KARI, Katumani. p. 120-124. In: Seventh eastern and southern Africa regional maize conference, 11-15 February 2001.

Wright, M. G., T. P. Kuhar, and M. P. Hoffmann. 2002. Effect of inoculative releases of *Trichogramma ostriniae* on populations of *Ostrinia nubilalis* and damage to sweet corn and field corn. Biological Control. 23: 149-155.

Yan, Z., J.J. Yue, C. Bai, Z. Q. Peng, and C. H. Zhang. 2017. Effects of cold storage on the biological characteristics of *Microplitis prodeniae* (Hymenoptera: Braconidae). Bulletin of Entomological Research. 10: 506–512.

บทที่ 6

การถ่ายทอดเทคโนโลยีเทคนิคการเพาะเลี้ยงแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. และแตนเบียนหนอน *C. flavipes*

ในปี 2559-2560 ทีมวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในส่วนการพัฒนาระบบการผลิตแตนเบียนเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการควบคุมหนอนเจาะลำต้นอ้อยอย่างยั่งยืน ในส่วนการพัฒนาระบบการผลิตไข่อาศัย คือ ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* ได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาในทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวหนอน ตัวเต็มวัย ทั้งอาหารตัวหนอนและตัวเต็มวัย เพื่อให้ได้ไข่ที่มีคุณภาพและมีปริมาณมากต่อการผลิตแตนเบียนไข่ ขนาดถุงที่เหมาะสมต่อการวางไข่ของตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสาร ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาปรับระบบการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารให้มีทั้งปริมาณ และคุณภาพ และในส่วนการพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่ ได้ศึกษาอัตราการเบียน การฟัก สัดส่วนเพศ จนได้ข้อมูลที่สามารถนำมาปรับใช้ในกระบวนการผลิตที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่วนแตนเบียนหนอน พบว่า สามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีขมพูประสบความสำเร็จด้วยข้าวโพดฝักอ่อน และกรรมวิธีนี้ได้ยื่นขอจดอนุสิทธิบัตรในปี 2559 และได้รับการอนุมัติอนุสิทธิบัตรในวันที่รับคำขอ 8 ธ.ค. 2560 เลขที่คำขอ 1703002468 จากผลงานดังกล่าวทำให้การผลิตแตนเบียนหนอน สามารถผลิตขยายได้ง่ายและปริมาณมากในสภาพห้องปฏิบัติการได้

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะนำผลงานวิจัยจากโครงการถ่ายทอดแก่ บุคคลากรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อให้สามารถผลิตไข่อาศัย หรือหนอนอาศัยให้เพียงพอต่อการผลิตแตนเบียนไข่และแตนเบียนหนอนได้ ทำให้มีการใช้แตนเบียนในการควบคุมหนอนกออ้อย/หนอนเจาะลำต้นอ้อยอย่างยั่งยืนได้ ด้วยสามารถผลิตขยายแตนเบียนได้เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในทุกช่วงเวลาที่มีการเข้าทำลายของหนอนกออ้อย

วัตถุประสงค์ของการอบรมเชิงปฏิบัติการ

เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมแก่หน่วยงานผลิตแตนเบียนในประเทศไทย

วัน เวลา และสถานที่จัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1. วันที่ 15-18 พฤษภาคม 2561 เวลา 09.00 น.–17.00 น.
2. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6.1 วิธีการฝึกอบรม

การอบรมมีทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติการ และเพื่อให้ผู้เข้าอบรม สามารถเข้าใจวิธีการมากขึ้นจึงมีเอกสารประกอบการอบรม (เอกสารแนบ) ให้แก่ผู้เข้าอบรมด้วย โดยมีกิจกรรมในการฝึกอบรมดังนี้

วันที่ 1 เรื่อง เทคนิคและวิธีการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* และแตนเบียนไข่*Trichogramma* spp. โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงดังนี้

ภาคเช้า การบรรยายจากคณะวิทยากรในหัวข้อ “การจัดการระบบการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารและแตนเบียนไข่” การจัดการการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารตั้งแต่ขนาดภาชนะ ชนิดของอาหาร ปริมาณอาหารต่อปริมาณไข่ที่เหมาะสม สภาพห้องเลี้ยงและอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารอย่างประสิทธิภาพ หลังจากนั้นทางคณะวิทยากรได้เสวนาร่วมกับผู้เข้าฝึกอบรมถึงปัญหาของการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารและแตนเบียนไข่ว่าเกิดปัญหาอย่างไรบ้างในการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารและผลิตแตนเบียนไข่ และช่วยแนะแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเชิญวิทยากรพิเศษจาก 2 หน่วยงาน ได้แก่ ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักพืช จังหวัดขอนแก่น และบริษัท เกษตรไทยอินเตอร์เนชั่นแนล ชูการ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ร่วมเสวนากรณีศึกษาวิธีการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารและการผลิตแตนเบียนไข่ของหน่วยงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเพาะเลี้ยง รวมถึงการช่วยแก้ปัญหาและการแนะนำวิธีจัดการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารของโครงการแก่ทั้ง 2 หน่วยงาน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารและการผลิตแตนเบียนไข่ จากบริษัทรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด

ภาคบ่าย ฝึกปฏิบัติเทคนิคการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารและการผลิตแตนเบียนไข่ และการควบคุมคุณภาพของกระบวนการเลี้ยงทั้งหมด เช่น การเช็คเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสาร การเช็คเปอร์เซ็นต์การฟักและการเบียนของแตนเบียนไข่

วันที่ 2 เรื่อง เทคนิคและวิธีการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู, *Sesamia inferens* และแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*

ภาคเช้า คณะทีมวิทยากรบรรยายขั้นตอนการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมด้วยสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต ทั้งการเลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติ และอาหารเทียม รวมถึงการเลือกระยะหนอนกอสีชมพูที่เหมาะสมต่อการผลิตแตนเบียนหนอน การเสวนาร่วมกันระหว่างวิทยากรและวิทยากรพิเศษจากบริษัทรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด ถึงปัญหาการเก็บหนอนจากแปลงอ้อย การเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูด้วยหน่ออ้อยที่มีวงจรชีวิตนาน และการพัฒนาสูตรอาหารเทียม

ภาคบ่าย ฝึกปฏิบัติ ทางคณะวิทยากรถ่ายทอดเทคนิคและขั้นตอนของการทำอาหารเทียมและการเตรียมอาหารธรรมชาติต่อการเลี้ยงหนอนกอสีชมพู พร้อมทั้งเทคนิคการตรวจสอบคุณภาพของหนอนกอสีชมพูด้วยการเช็คเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ การแยกเพศของหนอนกอสีชมพูในระยะดักแด้ และการแยกเพศของแตนเบียนหนอน (ภาพที่ 6.1-6.6)

6.2 ผู้เข้าร่วมอบรม

การอบรมครั้งนี้มีผู้เข้าโดยผู้เข้าร่วมการอบรมรวมทั้งหมด 102 คน แบ่งผู้เข้าอบรมเป็น 2 รุ่น โดยรุ่นที่ 1 มีจำนวน 52 คน และรุ่นที่ 2 มีจำนวน 50 คน จากหน่วยงานต่างๆทั่วประเทศมีรายละเอียดดังนี้

รายชื่อหน่วยงานที่เข้าร่วมอบรม

1. มหาวิทยาลัย 3 แห่ง จำนวน 3 คน
    - มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
    - มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
    - มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
2. ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช 7 แห่ง จำนวน 15 คน
    - ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดพิษณุโลก
    - ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดสุพรรณบุรี
    - ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชัยนาท
    - ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดขอนแก่น
    - ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดนครราชสีมา
    - ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี
    - ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดสุราษฎร์ธานี
3. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ 2 แห่ง จำนวน 8 คน
    - ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง
    - ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง
4. สำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่น 10 แห่ง จำนวน 13 คน
    - สำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่น
    - สำนักงานเกษตรอำเภภูผาม่าน
    - สำนักงานเกษตรอำเภอหนองสองห้อง
    - สำนักงานเกษตรอำเภอมัญจาคีรี
    - สำนักงานเกษตรอำเภอกระนวน
    - สำนักงานเกษตรอำเภอเวียงเก่า
    - สำนักงานเกษตรอำเภอโคกโพธิ์ชัย
    - สำนักงานเกษตรอำเภออุบลรัตน์

- สำนักงานเกษตรอำเภอพล
- สำนักงานเกษตรอำเภอชนบท

5. กรมส่งเสริมการเกษตร 3 แห่ง จำนวน 4 คน
   - กองส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดิน
   - สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดขอนแก่น
   - ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดกำแพงเพชร
6. โรงงานน้ำตาล
   6.1 โรงงานน้ำตาลภาคเหนือ 6 แห่ง จำนวน 21 คน
   - บริษัทเกษตรไทยอินเตอร์เนชั่นแนลชูการ์คอร์เปอเรชั่น จำกัด มหาชน สาขา 3
   - บริษัทเกษตรไทยอินเตอร์เนชั่นแนลชูการ์คอร์เปอเรชั่น จำกัด มหาชน
   - โรงงานน้ำตาลไทยเอกลักษณ์ จำกัด
   - บริษัทน้ำตาลทิพย์สุโขทัย จำกัด
   - บริษัทน้ำตาลพิษณุโลก จำกัด
   - บริษัทน้ำตาลทิพย์กำแพงเพชร จำกัด

   6.2 โรงงานน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 10 แห่ง จำนวน 35 คน
   - บริษัทรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด (มิตรภูเขียว)
   - บริษัทมิตรผลวิจัย พัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด
   - บริษัทน้ำตาลไทยอุดรธานี จำกัด
   - บริษัทน้ำตาลเกษตรผล จำกัด
   - โรงงานน้ำตาลกุมภวาปี
   - บริษัทน้ำตาลขอนแก่น จำกัด
   - บริษัทน้ำตาลวังขนาย จำกัด (มหาสารคาม)
   - บริษัทบุรีรัมย์และพัฒนาอ้อย จำกัด
   - บริษัทน้ำตาลสุรินทร์ จำกัด
   - บริษัทอุตสาหกรรมโคราช จำกัด
7. หน่วยงานอื่นๆ 2 แห่ง จำนวน 3 คน
   - สมาคมชาวไร่อ้อยที่ราบสูง จ.เลย
   - บริษัท เอฟเอ็มซี เอจี (ประเทศไทย) จำกัด (ภาพที่ 6.7-6.8)

6.3 ข้อมูลจากผู้เข้าร่วมอบรม

จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในระหว่างหน่วยงานของผู้เข้าอบรมทำให้พบว่า ในกระบวนการเพาะเลี้ยงแตนเบียนไข่ และแตนเบียนหนอนมีวิธีการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธีการปฏิบัติต่อๆกันมา แต่หลายวิธีการยังมีข้อมูลด้านรองรับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.3.1 การเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารของหน่วยงานที่เข้าร่วมฝึกอบรม

หน่วยงานต่างๆที่เข้าร่วมการอบรม ตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารมีความแตกต่างกัน เช่น ขั้นตอนการเตรียมอาหารที่ใช้เลี้ยง มีการอบรำด้วย Hot air oven หรือการรมรำข้าวด้วยอลูมิเนียมฟอสไฟด์ เพื่อป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูโรงเก็บอื่นๆที่ติดมากับอาหาร อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงส่วนใหญ่ใช้รำข้าวบาง หน่วยงานที่เคยใช้รำข้าวผสมปลายข้าว พบว่าปลายข้าวเป็นแหล่งอาหารของมอด จึงเลิกใช้ปลายข้าวผสมกับรำข้าว การใช้ปริมาณอาหารต่อปริมาณไข่ผีเสื้อข้าวสารก็มีความแตกต่างกัน มีปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยง 1-1.5 กก. ต่อปริมาณไข่ผีเสื้อข้าวสาร 0.1-1 ก. อายุของไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ใช้ในการนำมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณไม่มีความสม่ำเสมอของอายุไข่ ส่วนภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวเต็มวัยมีหลายแบบ เช่น ถุงตาข่ายไนล่อน ถุงตาข่ายไนล่อนที่เสริมโครงลวดด้านใน หรือกล่องกระดาษที่มีตาข่ายอยู่ด้านใน ระยะการเก็บไข่จากตัวเต็มวัยของแต่ละหน่วยงานมีระยะเวลา 30-70 วัน บางหน่วยงานยังมีมอดระบาดภายในห้องเลี้ยง จึงมีการรมห้องเลี้ยงด้วยด่างทับทิมผสมกับฟอร์มาลีน หรือรมด้วยอลูมิเนียมฟอสไฟด์ และปัญหาที่พบในการเพาะเลี้ยงนอกจากมอดแล้วยังมีปัญหาอื่นๆ เช่น ไรฝุ่นระบาดในห้องเลี้ยง ระยะหนอนวัยสุดท้ายก่อนเข้าดักแด้ตายจำนวนมาก หรือปริมาณอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของหนอนทำให้หนอนตาย (ตารางที่ 6.1)

6.3.2 การผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และการปลดปล่อยของหน่วยงานที่เข้าร่วมฝึกอบรม

มีหน่วยงานที่มีการผลิตแตนเบียนไข่ในปัจจุบัน 7 หน่วยงาน คือ โรงงานน้ำตาลมิตรผล, บริษัทเกษตรไทย, โรงงานน้ำตาลสุรินทร์, บริษัทอุตสาหกรรมโคราช, โรงงานน้ำตาลกุมภวาปี, บริษัทน้ำตาลขอนแก่น และศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืชจังหวัดชลบุรี ซึ่งแต่ละหน่วยงานวิธีการผลิตแตกต่างกันดังนี้

1.) การโรยไข่ผีเสื้อข้าวสาร

1.1) โรยไข่ผีเสื้อข้าวสารลงบนกระดาษสีชมพูส่วนที่ทากาวขนาด 3x5 ซม. จำนวน 3,500 ฟอง โดยใช้ตะแกรงร่อนไข่ เพื่อให้ไข่กระจายสม่ำเสมอ แล้วนำแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารมาใส่ถาดพลาสติกสำหรับใช้เบียน

1.2) มีการโรยไข่ผีเสื้อข้าวสารลงบนกระดาษสีแดง จำนวน 2,000 ฟอง ข้อเสีย กระดาษสีแดงเป็นกระดาษที่มีกลิ่น และราคาแพง

คำแนะนำของโครงการ

โรยไข่ผีเสื้อข้าวสารลงบนกระดาษสีขาวส่วนที่ทากาวขนาด 2x2 ซม. จำนวนประมาณ 2,000 ฟอง ข้อดี กระดาษสีขาวมีกลิ่น

2.) การผ่านแสงยูวีของไข่ผีเสื้อข้าวสาร

การนำแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ได้มาผ่านแสงยูวี มีการใช้กำลังวัตต์ของหลอดไฟ และระยะเวลาการผ่านแสงยูวีแตกต่างกัน เช่น ใช้หลอดไฟขนาด 15-40 วัตต์ ระยะเวลาในการผ่านแสงยูวี 15-60 นาที

คำแนะนำของโครงการ

นำแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารมาผ่านแสงยูวี โดยใช้หลอดไฟขนาด 30 วัตต์ เป็นระยะเวลา 15 นาที

3.) การเบียน

หลังจากนำแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารผ่านแสงยูวี แล้วนำแผ่นไข่มาให้แตนเบียนไข่เบียน มีการใช้สัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารในการเบียนแตกต่างกันเช่น 1: 10, 1: 7, 1: 6, 1: 4 และ 1: 3

คำแนะนำของโครงการ

ใช้สัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารในการเบียนอัตรา 1: 10

4. การปล่อยแตนเบียนไข่

การปล่อยแตนเบียนไข่ในแปลงด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น 3,500 ตัว/ไร่ ปล่อยเมื่อสำรวจพบความเสียหาย 4-10 % หรือปล่อย 20,000 ตัว/ไร่ ในทุก 2 เดือน เริ่มปล่อยเมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน (ตารางที่ 6.2)

6.3.3 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู *S.i nferens* และแตนเบียนหนอน *C. flavipes* จาก 6 หน่วยงานต่างๆ

หน่วยงานที่ยังมีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนหนอน *C. flavipes* เพื่อใช้สำหรับปลดปล่อย และแจกจ่ายให้กับเกษตรกรเพื่อนำไปควบคุมหนอนกออ้อยในแปลง มีโรงงานน้ำตาลเพียง 3 แห่ง ได้แก่ โรงงานน้ำตาลมิตรผลภูเขียว โรงงานน้ำตาลน้ำพอง โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ และศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีด้านอารักขาพืช จ. ขอนแก่น แต่ยังประสบปัญหาการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกออ้อยสำหรับใช้เป็นแมลงอาศัย จากทั้งหมด 4 หน่วยงานที่เพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน มีเพียงโรงงานน้ำตาลมิตรผลภูเขียว ที่สามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงอาศัยได้ในห้องปฏิบัติการ แต่ยังมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก เนื่องจากเลี้ยงด้วยท่อนอ้อย และมีการรอดชีวิตในระยะตัวหนอนเพียง 30-50% ส่วนหน่วยงานอื่นๆยังคงต้องเก็บหนอนจากแปลงอ้อยตามฤดูกาลระบาด เพื่อนำมาใช้สำหรับการผลิตแตนเบียนหนอน โดยมีวิธีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณและการจัดการการเลี้ยงในแต่ละระยะการเจริญเติบโตจากหน่วยงานต่างๆ ได้ดังนี้

1.) การเลี้ยงหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ระยะต่างๆ

1.1) ระยะหนอน หลังจากเก็บหนอนกอสีชมพูจากแปลงอ้อย นำมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการด้วยอ้อย 2 ลักษณะ คือ หน่ออ้อย และท่อนอ้อย

1.2) ระยะดักแด้ เก็บรวบรวมดักแด้หนอนกอสีชมพูทั้งหมด ใส่ในกล่องพลาสติกโดยไม่มีการแยกเพศดักแด้

1.3) ระยะตัวเต็มวัย ภาชนะและอุปกรณ์สำหรับให้ตัวเต็มวัยผสมพันธุ์ มีหลายวิธี ได้แก่ กรงตาข่ายขนาด 60x60x90 ซม., ขวดน้ำพลาสติก และกล่องสี่เหลี่ยมพลาสติก

1.4) การวางไข่ ใช้ต้นอ้อยอายุ 2 เดือน ให้ตัวเต็มวัยวางไข่บริเวณกาบอ้อยและเก็บไข่โดยการแกะกาบอ้อย นอกจากนี้ยังมีการวางไข่โดยใช้ขวดน้ำพลาสติกที่มีลวดตาข่ายขดอยู่ภายใน และใช้กล่องพลาสติกเปล่าให้ตัวเต็มวัยวางไข่บริเวณด้านข้าง และจะใช้พู่กันปัดไข่หนอนกอสีชมพูเพื่อนำไปเลี้ยงเพิ่มปริมาณต่อไป

2.) การเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน *C. flavipes*

2.1) ตัวหนอนสำหรับเบียน หน่วยงานที่มีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนหนอนส่วนใหญ่จะใช้หนอนจากการเก็บรวบรวมหนอนกออ้อยทุกชนิดที่มีการระบาดในแปลงอ้อย แต่บางหน่วยงานสามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูในห้องปฏิบัติการ นำมาใช้สำหรับเป็นแมลงอาศัยของแตนเบียนหนอน

2.2) ตัวหนอนหลังเบียน เมื่อหนอนกออ้อยที่ถูกเบียนแล้วต้องนำมาเลี้ยงต่อในอ้อยหรืออาหารเทียมอีกประมาณ 2 สัปดาห์ ก็จะสามารถเก็บรวบรวมดักแด้แตนเบียนได้ โดยอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนกออ้อยหลังเบียนนั้น ได้แก่ หน่ออ้อย ท่อนอ้อย และอาหารเทียมสูตร อัมพร (2546) (ตารางที่ 6.3)

ตารางที่ 6.1 การเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* ของหน่วยงานที่เข้าร่วมฝึกอบรม

ข้อมูล	หน่วยงาน				
	ศูนย์ชีวินทรีย์ภาคกลาง	บ.รวมเกษตรกรอุตสาหกรรม	โรงงานน้ำตาลกุมภวาปี	บ.น้ำตาลขอนแก่น	บ.น้ำตาลสุรินทร์
ปริมาณอาหาร	รำข้าว 1 กก.	รำข้าว 1.5 กก. และเติมเพิ่มระยะหนอน 0.5 กก.	รำข้าวผสมปลายข้าวเหนียว 1.5 กก.	รำข้าว 1.5 กก.	รำข้าว 1 กก.
น้ำหนักไข่ (ก.)	0.1	1	0.1	0.17	0.2
ภาชนะเก็บตัวเต็มวัย	ถุงตาข่ายไนล่อนมีโครงลวดด้านใน	หม้อสแตนเลสทรงกระบอก (คล้ายหม้อก๋วยเตี๋ยว)	กล่องกระดาษใส่ตาข่ายด้านใน	ถุงตาข่ายไนล่อน	
ระยะเวลาการเก็บตัวเต็มวัย	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	30 วัน	30 วัน	65-70 วัน
ปัญหาการเลี้ยง	ไม่มีข้อมูล	- มอดระบาด		ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
การรมห้องเลี้ยง	ไม่มีข้อมูล	ด่างทับทิม 5 ก.ผสมกับฟอร์มาลีน 40%	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	รมด้วยอลูมิเนียมฟอสไฟด์ 2 ครั้ง ครั้งละ 7 วัน
การเตรียมอาหาร	ไม่มีข้อมูล	อบด้วย hot air oven อุณหภูมิ 110°C นาน 2 ชั่วโมง	อบด้วยตู้อบความร้อน 60°C	อบด้วยอลูมิเนียมฟอสไฟด์ 1 เม็ด	อบด้วยอลูมิเนียมฟอสไฟด์ 2 เม็ด นาน 7 วัน

ตารางที่ 6.2 การผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ของหน่วยงานอื่นๆ

ข้อมูล	โรงงานน้ำตาลมิตรผล	บริษัทเกษตรไทย	โรงงานน้ำตาลสุรินทร์	บริษัทอุตสาหกรรมโคราช	โรงงานน้ำตาลกุมภวาปี	บริษัทน้ำตาลขอนแก่น	ศทอ. ชลบุรี
1. การโรยไข่ผีเสื้อข้าวสาร 1.1 จำนวนไข่(ฟอง/แผ่น) 1.2 สีกระดาษ 1.3 วิธีการโรยไข่	3,500 สีชมพู นำไข่ผีเสื้อข้าวสารที่โรยลงบนกระดาษที่ทากาว โดยใช้ตะแกรงร่อนเพื่อให้ไข่กระจายสม่ำเสมอ	2,000 สีแดง โรยไข่ผีเสื้อข้าวสารลงบนกระดาษส่วนที่ทากาว	ไม่มีข้อมูล สีแดง โรยไข่ผีเสื้อข้าวสารลงบนกระดาษส่วนที่ทากาว	ไม่มีข้อมูล สีแดง โรยไข่ผีเสื้อข้าวสารลงบนกระดาษส่วนที่ทากาว	ไม่มีข้อมูล สีแดง ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล สีแดง ไม่มีข้อมูล	2,000 สีแดง โรยไข่ผีเสื้อข้าวสารลงบนกระดาษส่วนที่ทากาว
2. การผ่านแสงยูวี 2.1 กำลังวัตต์หลอดไฟ (วัตต์) 2.2 ระยะเวลา (นาที)	30 45 – 60	15 15	ไม่มีข้อมูล 30	ไม่มีข้อมูล 15	ไม่มีข้อมูล 15	40 25	ไม่มีข้อมูล 30
3. การเบียน 3.1 สัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ : แผ่นไข่	1:10	1:7	1:6	1:3	1:4	ไม่มีข้อมูล	1:10
4. การปล่อยแตนเบียนไข่ 4.1 อัตราการปล่อย(ตัว)/ไร่ 4.2 วิธีการปล่อย	3,500 เมื่อแตนเบียนฟักเป็นตัวเต็มวัยแล้วจึงนำแผ่นแตนเบียนไปปล่อยในแปลง	ไม่มีข้อมูล ไม่มีข้อมูล	20,000 นำแผ่นแตนเบียนไปปล่อยเมื่อสำรวจพบความเสียหาย 4-10 %	ไม่มีข้อมูล นำแผ่นแตนเบียนไปปล่อย เมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน	ไม่มีข้อมูล ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 6.3 วิธีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูและ แตนเบียนหนอนของหน่วยงานต่างๆ

ชนิดแมลง	การเพาะเลี้ยง	โรงน้ำตาลมิตรผลภูเขียว	โรงงานน้ำตาลน้ำพอง	โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์	ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีด้านอารักขาพืช จ.ขอนแก่น
หนอนกอสีชมพู *S. inferens*	ระยะตัวหนอน	เลี้ยงด้วยหน่ออ้อย (หนอนรอด 30-50%)	ไม่มีข้อมูล	เลี้ยงด้วยท่อนอ้อยผ่าซีกกว้าง 3 ซม. ยาว 10-15 ซม.	ไม่มีข้อมูล
	ระยะดักแด้	กล่องพลาสติก	ไม่มีข้อมูล	กล่องพลาสติก	ไม่มีข้อมูล
	ระยะตัวเต็มวัยและการวางไข่	- ต้นอ้อยอายุ 2 เดือน - กระบอกวางไข่ โดยใช้ตาข่ายม้วนใส่ลงในขวดน้ำพลาสติก	ไม่มีข้อมูล	วางไข่ข้างกล่องพลาสติก	ไม่มีข้อมูล
แตนเบียนหนอน *C. flavipes*	ตัวหนอนพร้อมเบียน	เลี้ยงหนอนกอสีชมพูในห้องปฏิบัติการ	เก็บหนอนทุกชนิดจากแปลง (ตามการระบาด)		
	ตัวหนอนหลังเบียน	เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรอัมพร (2546)	เลี้ยงด้วยหน่ออ้อย	เลี้ยงด้วยท่อนอ้อย	เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรอัมพร (2546)

6.4 ข้อมูลประสบการณ์การเพาะเลี้ยงแมลงของหน่วยงานที่เข้าฝึกอบรม

จากแบบประเมินสอบถามข้อมูลการเพาะเลี้ยงแมลงของผู้เข้าร่วมฝึกอบรม พบว่า กลุ่มแมลงอาศัยและแมลงศัตรูธรรมชาติที่เลี้ยงเพื่อควบคุมแมลงศัตรูอ้อย มีการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารสำหรับการผลิตแตนเบียนไข่มากที่สุด 19.83% รองลงมาเป็นการเพาะเลี้ยงแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และแตนเบียนหนอน *C. flavipes* 17.24% และ 10.34% ตามลำดับ ส่วนหนอนกออ้อย มีการเพาะเลี้ยงเพียง 7.76% สำหรับประสบการณ์การเพาะเลี้ยงหนอนผีเสื้อข้าวสาร แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และหนอนกออ้อย ผู้เข้าฝึกอบรมส่วนใหญ่มีประสบการณ์การเลี้ยงช่วง 1-5 ปี 52.17%, 45.00% และ 44.44% ตามลำดับ แต่การเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน *C. flavipes* มีประการณ์มากกว่า 10 ปี 50% ในด้านของประสบการณ์การเพาะเลี้ยงแมลงชนิดอื่นๆ ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมมีการเลี้ยง 25.00% ในช่วง 1-5 ปี นอกจากนี้ก็ยังมีผู้เข้าร่วมฝึกอบรมที่ไม่เคยเพาะเลี้ยงแมลง 20.69% (ตารางที่ 6.4)

ตารางที่ 6.4 ประสบการณ์ด้านการเพาะเลี้ยงแมลงของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมทั้ง 2 รุ่น

ชนิดแมลง	จำนวน	%	1-5 ปี		6-10 ปี		>10 ปี	
			จำนวน	เปอร์เซ็นต์	จำนวน	เปอร์เซ็นต์	จำนวน	เปอร์เซ็นต์
1. แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.	20	17.24	9	45.00	3	15.00	8	40.00
2. หนอนผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica*	23	19.83	12	52.17	4	17.39	7	30.43
3. แตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*	12	10.34	4	33.33	2	16.67	6	50.00
4. หนอนกออ้อย	9	7.76	4	44.44	2	22.22	3	33.33
5. อื่นๆ	29	25.00	21	72.41	7	24.14	1	3.45
6. ไม่มีประสบการณ์เพาะเลี้ยงแมลง	24	20.69	-	-	-	-	-	-

ภาพที่ 6.1 การบรรยายเรื่อง “การจัดการระบบการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารและแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.” โดย รศ.ดร. นุชรีย์ ศิริ

ภาพที่ 6.2 การบรรยายเรื่อง “การพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens*” โดย ผศ. ดร. ทัศนีย์ แจ่มจรรยา

ภาพที่ 6.3 การเสวนากรณีศึกษา “การพัฒนาการจัดการระบบการผลิตผีเสื้อข้าวสารจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีของโครงการ” จากหน่วยงานร่วม

ภาพที่ 6.4 การนำเสนอกรณีศึกษา “การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูและแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*” โดยตัวแทนจากบริษัทน้ำตาลมิตรผล

ภาคปฏิบัติ

ภาพที่ 6.5 การฝึกภาคปฏิบัติ “เทคนิคและวิธีการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร และแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และการควบคุมคุณภาพ”

ภาพที่ 6.6 การฝึกภาคปฏิบัติ “เทคนิคและการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* ด้วยอาหารเทียม และแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes*”

ภาพที่ 6.7 ผู้เข้าร่วมอบรมรุ่นที่ 1

ภาพที่ 6.8 ผู้เข้าร่วมอบรมรุ่นที่ 2

ภาคผนวก

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผน กิจกรรมที่ดำเนินการ และผลที่ได้รับ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผน	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อพัฒนาระบบการเก็บเกี่ยวผลผลิตแมลงอาศัยและแตนเบียนสำหรับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม	1.1 การทดสอบการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร	ขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสม คือ ขนาดรู 686 µ และ ขนาดรู 610 µ
	1.2 การพัฒนาอุปกรณ์การทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร	อุปกรณ์การทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยระบบไฟฟ้า
	1.3 ตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกจากการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร	ตู้ป้องกันการฟุ้งกระจายของเกล็ดปีกจากการทำความสะอาดไข่ผีเสื้อข้าวสาร
	1.4 การทดสอบจำนวนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อการเบียนแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสาร	สัดส่วนแผ่นแตนเบียนไข่ต่อการเบียนแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่เหมาะสมคือ 1:10 (เมื่อพ่อแม่พันธุ์มีสัดส่วน 1:1.32) และ1:15 (เมื่อสัดส่วนพ่อแม่พันธุ์ 1:1.88)
	1.5 การทดสอบการเก็บเกี่ยวดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.	วิธีการเก็บเกี่ยวดักแด้ที่เหมาะสมคือ การเก็บเกี่ยวจากกล่องพลาสติก
	1.6 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูในข้าวโพดฝักอ่อน	ขนาดรูตะแกรงที่เหมาะสม คือ 2,000 ไมครอน
	1.7 การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหนอนกอสีชมพูด้วยอาหารเทียม	อาหารเทียมที่เหมาะสม คือ อาหารเทียมสูตร 5 (สูตร 1+สูตร 4) และสามารถนำไปใช้เพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอนได้ (จำนวนดักแด้ 78.83 ดักแด้/หนอน 1 ตัว)
	1.8 การพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน	วิธีการเบียนหมู่เวลาที่เหมาะสม คือ 30 นาที (จำนวนดักแด้ 76.50 ดักแด้/หนอน 1 ตัว)
2. เพื่อศึกษาอุณหภูมิ และระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาแมลงอาศัย, แตนเบียนไข่และแตนเบียนหนอน	2.1 การศึกษากรรมวิธีการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร	การเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่เหมาะสม คือ ห่อด้วยกระดาษทิชชูใส่กล่องพลาสติกและใส่ถุงซิป ที่อุณหภูมิ 12±1ºC
	2.2 การเก็บรักษาดักแด้ผีเสื้อข้าวสาร	การเก็บรักษาดักแด้ผีเสื้อข้าวสารที่เหมาะสม คือ เก็บรักษาดักแด้อายุ 1 วัน ในกล่องพลาสติกและให้ความชื้น ที่อุณหภูมิ 12±1 °C
	2.3 การเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.	การเก็บรักษาแตนเบียนไข่ที่เหมาะสม คือ เก็บรักษาดักแด้อายุ 1 วัน ในกล่องพลาสติกและใส่ถุงซิปที่อุณหภูมิ 5±1 °C
	2.4 การเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนหนอน *C. flavipes*	-การเก็บรักษาที่ 1 สัปดาห์ วิธีการที่เหมาะสม คือ ดักแด้อายุ 1-2, 3-4 และ 5-6 วัน ใส่ในกล่องพลาสติก (ไม่ห่อ) เก็บที่ 8ºC -การเก็บรักษาที่ 2 สัปดาห์ วิธีการที่เหมาะสม คือ ดักแด้อายุ, 3-4 วัน ห่อกระดาษฟอยล์+ใส่กล่องพลาสติกเก็บที่ 12ºC

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผน กิจกรรมที่ดำเนินการ และผลที่ได้รับ (ต่อ)

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผน	ผลที่ได้รับ
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนเชิงอุตสาหกรรมแก่หน่วยงานผลิตแตนเบียนในประเทศไทย	การถ่ายทอดเทคโนโลยีเทคนิคการเพาะเลี้ยงแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และแตนเบียนหนอน *C. flavipes*	การถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง เทคนิคการเพาะเลี้ยงแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. และแตนเบียนหนอน *C. flavipes* จำนวน 2 รุ่น ในวันที่ 15-16 และ 21-22 พฤษภาคม 2561 โดยมีผู้เข้าอบรม 102 คน

บทความตีพิมพ์และเผยแพร่ 3 เรื่อง ดังนี้

วิภาพร และนุชรีย์. 2561. เทคนิคการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู, *Sesamia inferens* (Lepidopter: Noctuidae) ด้วยข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อการผลิตแตนเบียนหนอน, *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). แก่นเกษตร 46 (5).

เสาวภา และนุชรีย์. 2561. ผลของการเก็บรักษาไข่อาศัยต่อการเบียนของ *Trichogramma* spp. แก่นเกษตร 46 (4): 777-784.

ยศชลากร และนุชรีย์. 2561. สภาพที่เหมาะสมต่อการผลิตแมลงอาศัย *Corcyra cephalonica* เพื่อการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. แก่นเกษตร 46 ฉบับพิเศษ 2: 235-242.

บทความการนำเสนอการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13 วันที่ 21-23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ณ โรงแรมเรือรัษฎา อำเภอเมือ จังหวัดตรัง 3 เรื่อง ดังนี้

นุชรีย์ ยศชลากร และวินิภา. 2560. ผลของอุณหภูมิต่อการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* และแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

วิภาพร และนุชรีย์. 2560. เทคนิคการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู, *Sesamia inferens* (Lepidopter: Noctuidae) ด้วยข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อการผลิตแตนเบียนหนอน, *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae)

เสาวภา และนุชรีย์. 2560. ผลของการเก็บรักษาไข่อาศัยต่อการเบียนของ *Trichogramma* spp.

เทคนิคการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู, *Sesamia inferens* (Lepidoptera: Noctuidae) ด้วยข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อการผลิตแตนเบียนหนอน, *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae)

Mass rearing technique of pink stem borer, *Sesamia inferens* (Lepidoptera: Noctuidae) using baby corn for larval parasitoid, *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) production

วิภาพร ต้นภูเขียว[1] นุชรีย์ ศิริ[1,2] และทัศนีย์ แจ่มจรรยา[2]

Vipaporn Tonphukhiaw[1] Nutcharee Siri[1,2] and Tasanee Jamjanya[2]

บทคัดย่อ: การเลี้ยงหนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* (Walker) ให้มีปริมาณมากมีความสำคัญในการผลิตแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron)เพื่อใช้ในการควบคุมหนอนกออ้อย การเลี้ยงหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อนในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±2ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 45-70% ช่วงแสง (มืด:สว่าง) 12:12 ชั่วโมง พบว่า วงจรชีวิตของหนอนกอสีชมพูจากระยะไข่ถึงตัวเต็มวัย 30-36 วัน เฉลี่ย 34.00±2.05 วัน ระยะไข่ เฉลี่ย 5.30±0.48 วัน ระยะตัวหนอนมีทั้งหมด 5 วัย ใช้เวลา 17.29±8.33 วัน ระยะดักแด้ 10.79±0.70 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว สามารถวางไข่ 363.67±91.38 ฟอง การพัฒนาวิธีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อน 2 กรรมวิธี คือ แยกกล่องเลี้ยงเมื่อหนอนอายุ 9 วัน (หนอนวัย 3-4) เปรียบเทียบกับการไม่แยกกล่องเลี้ยง พบว่า หนอนกอสีชมพูที่อายุ 11, 15 และ 18 วัน ทั้ง 2 กรรมวิธีมีการรอดชีวิต 81-98% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อหนอนอายุ 21 วัน กรรมวิธีการแยกกล่องเลี้ยงมีการรอดชีวิต 88% มีความแตกต่างกันทางสถิติกับไม่แยกกล่องเลี้ยง (73.2%) ส่วนน้ำหนักดักแด้ทั้งเพศผู้และเพศเมียในกรรมวิธีที่แยกกล่องเลี้ยง มีน้ำหนักมากกว่ากรรมวิธีไม่แยกกล่องเลี้ยง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อนเมื่อนำมาผลิตแตนเบียนหนอนได้จำนวนดักแด้แตนเบียน 63.26±28.07 ดักแด้/ตัว มีการฟักเป็นตัวเต็มวัย 94.99% และมีสัดส่วนเพศ 1: 3.35 ตัว อายุของตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย คือ 6.58±6.74 และ 8.00±6.68 วัน

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยง หนอนกอสีชมพู แตนเบียนหนอน

[1] **สาขาวิชากีฏวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002**

[1]**Entomology Section, Department Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002**

[2]**ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002**

[2]**National Biological Control Research Center, Upper Northeastern Regional Center, Khon Kaen University, Khon Kaen40002**

Abstract: Mass rearing of pink stem borer, *Sesamia inferens* (Walker) is important to produce larval parasitoid, *Cotesia flavipes* (Cameron) for controlling sugarcane stem borer. The biology of pink stem borer using baby corn conducted under laboratory conditions maintained at 25±2 ºC, 45-70 % RH, 12L: 12D photoperiod revealed that the total life cycle from egg to adult emergence was completed in 30 to 36 days with an average of 34.00±2.05 days. The average incubation period was 5.30±0.48 days. The larval stage was five instars completed in 17.29±8.33 days. The pupal period was 10.79±0.70 days. The average number of egg laid per female was 363.67±91.38 eggs. Study of rearing development method was compared between rearing container from one to two boxes at the age of 9 days old larvae and the method of keeping larvae in one container. The result revealed that separated rearing container at the age of 11, 15 and 18 days old larvae yielded survival rate of 81-98% without significance difference. At 21 days old larvae of separated rearing container showed survival rate of 88% with significance difference to non-separated rearing container (73.2%). Furthermore, pupal weight of male and female was significantly higher compared with keeping larvae in one container. The larval parasitoid production using pink stem borer larvae showed that one larva yielded 43-173 parasitoid pupae with an average of 63.26±28.07 pupae. Adult emergence and sex ratio were 94.99% and 1: 3.35, respectively. The longevity of male and female was 6.58±6.74 and 8.00±6.68 days.

Keywords: Mass rearing, *Sesamia inferens, Cotesia flavipes*

บทนำ

หนอนกออ้อยหรือหนอนเจาะลำต้นอ้อยเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของการปลูกอ้อย ประเทศไทยมีรายงานพบทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ หนอนกอลายจุดเล็ก *Chilo infuscatellus* Snellen หนอนกอสีชมพู *Sesamia inferens* Walker หนอนกอสีขาว *Scirpophaga excerptalis* Walker หนอนกอลายใหญ่ *Chilo sacchariphagus* Bojer และหนอนกอลายจุดใหญ่ *Chilo tumidicostalis* Hampson (ณัฐกฤต และอนุวัฒน์, 2544) หนอนทั้ง 5 ชนิด สามารถทำลายอ้อยได้ตลอดฤดูกาลปลูก โดยแบ่งลักษณะการเข้าทำลาย คือ การเจาะและกัดกินส่วนเจริญภายในยอดอ้อยทำให้อ้อยเกิดอาการยอดเหี่ยว (dead heart) หนอนกัดกินใบเป็นรูพรุน และหนอนเจาะและกัดกินภายในลำต้นทำให้ต้นหักโค่นได้ง่าย นอกจากนี้ยังส่งผลให้น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ความหวานของอ้อยลดลงด้วย การเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดใหญ่เข้าทำลายอ้อยใน จ. บุรีรัมย์สูงถึง 28.60% ทำให้ผลผลิตอ้อยลดลง 41.14% และทำให้ค่าความหวานลดลง 16.62% (ชำนาญ และอนุวัฒน์, 2543) มีรายงานพบการเข้าทำลายตั้งแต่ปีพ.ศ. 2540 และมีการระบาดทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2543-2544 คิดเป็นมูลค่าความเสียหายมากกว่า 2,300 ล้านบาท (ศูนย์เฉพาะกิจ ฯ, 2544) นอกจากนี้ยังพบ หนอนกอสีชมพูทำความเสียหายให้กับอ้อยพันธุ์ K88-92 ในจังหวัดนครสรรค์ประมาณ 57,500 ไร่ และพบการระบาดรุนแรงในจังหวัดสระแก้ว อุดรธานี และกาญจนบุรี (ชำนาญ, 2541) การควบคุมหนอนกออ้อยโดยใช้แตนเบียน 2 ชนิดคือ แตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. และแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron) สามารถควบคุมการระบาดของหนอนกออ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะแตนเบียนหนอน *C. flavipes* (Cameron) เมื่อปล่อยแตนเบียนอัตราการ 6,000-18,000 ตัว/1 ไร่ ทั้งหมด 8 จุด สามารถควบคุมการระบาดของหนอน *Diatraea saccharalis* (Fabricius) และ *Mahanarva fimbriolata* (Stål) ได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ 20.63 ล้านไร่ (Parra, 2014) ณัฐกฤต และเฉลิมวิทย์ (2546) รายงานว่าเมื่อปล่อยแตนเบียนหนอน *C. flavipes* (Cameron) อัตรา 33,000 ตัว ร่วมกับการปล่อยแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. และแมลงหางหนีบในพื้นที่ที่มีระบาดในจังหวัดนครสวรรค์ 27,000 ไร่ สามารถลดการทำลายของหนอนกออ้อยได้ 80-90% ปัจจุบันการระบาดของหนอนกออ้อยยังไม่รุนแรงเหมือนเมื่อปี พ.ศ. 2543-2544 แต่ยังคงต้องเฝ้าระวังการระบาดอย่างใกล้ชิด ด้วยการปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่อง แต่ปัจจุบันยังมีปัญหาการผลิตแตนเบียนไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร เนื่องจากไม่สามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงอาศัยได้ หน่วยผลิตมีการเก็บหนอนกอจากแปลงปลูก ทำให้สิ้นเปลืองแรงงาน ค่าใช้จ่าย เมื่อผ่าท่อนอ้อยเพื่อนำหนอนมาเบียนอาจทำให้หนอนตาย และหนอนอาจติดเชื้อมาจากแปลง ส่งผลให้ไม่สามารถประมาณการผลิตได้ ดังนั้นหากสามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูในห้องปฏิบัติการได้ โดยใช้พืชอาหารที่หาได้ง่ายและมีต้นทุนการผลิตต่ำ ข้าวโพดฝักอ่อนก็จัดว่าเป็นพืชอาหารที่มีคุณสมบัติดังกล่าว และมีรายการเข้าทำลายและการเลี้ยงหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ในข้าวโพดอีกด้วย (ณัฐกฤต และอนุวัฒน์ ,2544 และ Nagarjuna et al.,2015)

วิธีการศึกษา

1. การศึกษาวงจรชีวิตหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน

ปลูกข้าวโพดฝักอ่อน ในแปลงศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ม. ขอนแก่น ระยะห่างระหว่างต้นและแถว 50X50 ซม. เมื่อข้าวโพดอายุ 60 วัน เก็บฝักข้าวโพดที่มีอายุประมาณ 5-10 วัน มาทำการทดสอบ การศึกษาระยะการเจริญเติบโตของหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน ภายในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±2ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 45-70% โดยนำหนอนกอสีชมพูที่เพิ่งฟักออกจากไข่เขี่ยใส่กล่องสี่เหลี่ยมพลาสติกขนาด 6x6x3 ซม. จำนวน 1 ตัว/กล่อง ภายในมีข้าวโพดฝักอ่อน 3-5 ก. เปลี่ยนอาหารทุกวัน ศึกษาจำนวน 20 ซ้ำ บันทึกผล ระยะการเจริญเติบโตของไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย จำนวนไข่วางต่อตัวเต็มวัยเพศเมีย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดนเช็คการเจริญเติบโตระยะหนอนในแต่ละวัย ระยะดักแด้สามารถแยกเพศได้โดยดูจากความห่างของ genital pals และ anal pals โดยเพศผู้จะมี genital pals และ anal pals ชิดกว่าเพศเมีย สำหรับตัวเต็มวัยให้น้ำผึ้ง 10% ผสม Brewer's yeast เป็นอาหาร และบันทึกจำนวนไข่ต่อตัวเต็มวัย สุ่มดักแด้เพศผู้และเพศเมีย 1 คู่ ปล่อยฟักจนเป็นตัวเต็มในกล่องพลาสติกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 ซม. สูง 8 ซม. ปล่อยให้ตัวเต็มวัยผสมพันธุ์และวางไข่ตรวจนับจำนวนไข่ทุกวันจนตัวเต็มวัยตาย ทำการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ

2. การศึกษาการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ด้วยข้าวโพดฝักอ่อน

ตัดกลุ่มไข่หนอนกอสีชมพูระยะ black head จำนวน 50 ฟอง/กล่อง ใส่ในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาด 11.5x11.5x6.5 ซม. ภายในมีข้าวโพดฝักอ่อนหั่น 150 กรัม เปลี่ยนอาหารครั้งแรกเมื่อหนอนอายุ 10 วัน จากนั้นเปลี่ยนทุกๆ 3-4 วัน และเริ่มทดสอบกรรมวิธีการแยกกล่องเลี้ยง (แบ่งหนอนออกเป็น 2 กล่อง) เมื่อเปลี่ยนอาหารครั้งที่ 2 เป็นต้นไป เลี้ยงจนหนอนเข้าดักแด้ และฟักเป็นตัวเต็มวัย บันทึกผล เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตระยะหนอนที่อายุ 11, 15, 18 และ 21 วัน การรอดชีวิตระยะดักแด้ น้ำหนักดักแด้ และสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย (แยกเพศจากความห่างของ genital pals และ anal pals โดยเพศผู้จะมี genital pals ชิด anal pals มากกว่าเพศเมีย)

วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยใช้ t-test ในโปรแกรม SAS

3. ผลของหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อนต่อความสามารถในการเบียนของแตนเบียนหนอน *C. flavipes*

นำไข่หนอนกอสีชมพู ระยะ black head จำนวน 50 ฟอง มาเลี้ยงในกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 15.5x22x8 ซม. ที่มีข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารจำนวน 150 ก. เมื่อหนอนอายุ 9-12 วัน (วัย 3-4) นำมาให้แตนเบียนหนอนที่ผ่านการผสมพันธุ์นาน อายุ 24 ชั่วโมงเบียนแล้วนำหนอนกอสีชมพูเลี้ยงต่อในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาด 5.5x5.5x3.0 ซม. ที่มีข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารจนแตนเบียนหนอนเข้าดักแด้ภายนอกตัวหนอน ทำการทดลองจำนวน 20 ซ้ำ บันทึกผล จำนวนดักแด้แตนเบียนต่อหนอนกอสีชมพู 1 ตัว เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัวเต็มวัย อายุตัวเต็มวัย สัดส่วนเพศ และต้นทุนการผลิตแตนเบียนหนอน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. การศึกษาวงจรชีวิตหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน

การศึกษาระยะการเจริญเติบโตของหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า หนอนกอสีชมพูมีระยะไข่ 5.30±0.48 วัน ระยะตัวหนอน 17.29±8.33 วัน มีทั้งหมด 5 วัย ระยะการเจริญเติบโตจากวัย 1 ถึง วัย 5 เท่ากับ 3.05±0.22, 2.47±0.75, 2.78±1.24, 3.59±1.64 และ 5.36±2.61 วัน ตามลำดับ บางตัวมีเพียง 4 วัย และมีระยะดักแด้เฉลี่ย 10.79±0.70 วัน รวมระยะเวลาการเจริญเติบโตจากระยะจนกระทั่งฟักเป็นตัวเต็มวัย 34.00±2.05 วัน สั้นกว่าที่มีการรายงานการเลี้ยงด้วยพืชอาหารอื่นๆ Nagarjuna et al. (2015) รายงานว่า การเลี้ยงด้วยลำต้นข้าวโพดหนอนกอสีชมพูมีวงจรชีวิต 45.75±5.57 วัน (35-57 วัน) ตัวหนอนมีทั้งหมด 6 วัย ส่วน วิยวรรณ (2549) พบวงจรชีวิต 38.93 วัน (26-61 วัน) หนอนมี 8 วัยเมื่อเลี้ยงด้วยหน่ออ้อย และ Joshi et al. (2009) รายงานว่าเมื่อให้ต้นข้าวเป็นอาหารหนอนมีวงจรชีวิต 67.44±0.55 วัน ระยะหนอนทั้งหมด 8 วัย จากข้อมูลถือว่าการเลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงเพิ่มปริมาณเนื่องจาก เมื่ออายุการเจริญเติบโตที่สั้นทำให้สามารถลดระยะเวลาการเลี้ยง ลดต้นทุนการผลิต ทั้งเลี้ยงเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์หนอนกอสีชมพู และเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนหนอน *C. flavipes* ส่วนการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพศเมียได้ไข่ 363.67±91.38 ฟอง/ตัว ให้น้ำผึ้ง 10% ผสม Brewer's yeast เป็นอาหาร ใกล้เคียงกับการทดสอบของ Joshi et al. 2009 พบว่า ตัวเต็มเพศเมียวางไข่ได้ 332.1 ฟอง และสามารถฟักได้ 87.04±3.18% ซึ่งการทดสอบนี้ให้ตัวเต็มวัยวางไข่บนกระดาษไขที่พับเป็นรูปพัดเหลื่อมซ้อนกันจากนั้นใช้ลวดเย็บกระดาษเย็บมุมทั้ง 2 ข้าง เพื่อให้กระดาษเรียงตัวกันแน่นขึ้นคล้ายกับกาบใบอ้อย โดยในธรรมชาติตัวเต็มวัยหนอนกอสีชมพูจะวางไข่ระหว่างกาบใบและลำต้นอ้อยที่แนบชิดกัน เพื่อเป็นการป้องกันไข่จากการทำลายของศัตรูอื่นๆ (Pathak and Khan, 1994) การให้อาหารตัวเต็มวัยในกล่องวางไข่ทำให้ได้จำนวนไข่มากขึ้นสอดคล้องกับงานทดลองของ Nagarjuna et al. (2015) ที่ไม่ให้อาหารตัวเต็มวัยวางไข่ได้เพียง 156.5±34.64 ฟอง และเมื่อให้น้ำผึ้ง 10% เป็นอาหารตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้ 235.9±65.80 ฟอง/ตัว (Table 1)

Table 1 Life cycle of pink stem borer, *Sesamia inferens* after reared with baby corn.

Stages of Development	N	Range (Days)	Mean±SD (Days)
Egg stage (egg mass)	10	5-6	5.30±0.48
Larval instar			
I instar	20	3-4	3.05±0.22
II instar	19[1/]	2-3	2.47±0.75
III instar	18	1-4	2.78±1.24
IV instar	17	2-6	3.59±1.64
V instar	14[2/]	4-6	5.36±2.61
Total larval stage (I-V instars)	14	12-20	17.29±8.33
Pupal stage	14	10-12	10.79±0.70
Egg stage - Adult emergence	14	30-36	34.00±2.05
Number of eggs laid per female (eggs)	5	263-523	363.67±91.38

[1/] Some larvae died during the experiments

[2/] 3 larvae had 4 instars

2. การศึกษาการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู *S. inferens* ด้วยข้าวโพดฝักอ่อน

การศึกษาการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 2 กรรมวิธี คือ แยกกล่องเลี้ยงเมื่อหนอนอายุเข้าวัย 3-4 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่แยกกล่องเลี้ยง โดยบันทึกการรอดชีวิตทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนอาหาร (เปลี่ยนอาหารครั้งแรกหนอนอายุ 10 วัน จากนั้นเปลี่ยนทุก 3-4 วัน) คือ เมื่อหนอนอายุ 11, 15, 18 และ 21 วัน พบว่า การรอดชีวิตของหนอนกอสีชมพูอายุ 11, 15 และ 18 วัน ทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่หนอนอายุ 21 วันกรรมวิธีแยกกล่องมีการรอดชีวิตมากกว่ากรรมวิธีไม่แยกกล่องเลี้ยงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) การรอดชีวิตระยะตัวหนอน และระยะดักแด้ ในกรรมวิธีไม่แยกกล่องเลี้ยงเท่ากับ 62.5±6.26% และ 80.75±16.03% ส่วนกรรมวิธีแยกกล่องเลี้ยง 86.5±2.82% และ 90.97±4.86% ตามลำดับ (Table 3) สูงกว่าที่ Joshi et al.(2009) รายงานการรอดชีวิตของตัวหนอนและดักแด้ที่เลี้ยงด้วยต้นข้าว 36.00±0.75% และ 32.33±1.50% ตามลำดับ ส่วนเทวีและคณะ (2548) รายการว่า เมื่อเลี้ยงหนอนด้วยท่อนอ้อย พบว่า หนอนสามารถรอดชีวิตจนถึงวัย 4 เพียง 5.74% สำหรับน้ำหนักดักแด้เพศผู้และเพศเมียในทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) แสดงว่าการเพิ่มพื้นที่กล่องเลี้ยงเมื่อหนอนโตขึ้นมีผลทำให้น้ำหนักดักแด้เพิ่มขึ้นทั้ง 2 เพศ เช่นเดียวกับงานทดลอง Wang et al. (2013) ศึกษาความหนาแน่นของตัวหนอน *Maruca vitrata* ต่อขนาดกล่องที่เหมาะ พบว่า ระดับความหนาแน่นของหนอนต่อปริมาตรกล่อง ตั้งแต่หนอน 10-30 ตัว/กล่อง ไม่มีอิทธิพลต่อการรอดชีวิต การพัฒนาการเจริญเติบโต และน้ำหนักดักแด้ และ Fantinou et al. (2008) รายงานความหนาแน่นของหนอน *Sesamia nonagrioides* ไม่มีผลต่อการตายและระยะการเจริญเติบโตของตัวหนอนแต่มีผลทำให้น้ำหนักดักแด้ลดลง นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ พบว่า การเข้าดักแด้ของหนอนกอสีชมพูใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 7 วันซึ่งในแต่ละวันเปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้จะแตกต่างกัน โดยจะพบการเข้าดักแด้สูงสุดในวันที่ 3 เท่ากับ 36.23 % และวันที่ 4 เท่ากับ 24.40% ซึ่งจากการข้อมูลนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเก็บดักแด้เมื่อมีการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพู เพื่อลดเวลาในการทำงานทำให้ไม่สิ้นเปลืองแรงงานในการจัดการ โดยช่วงวันที่เหมาะสำหรับการเก็บดักแด้มากที่สุดคือช่วงวันที่ 3-4 ของการเข้าดักแด้ (Figure 1)

Table 2 Survivorship of larval developments time of pink stem borer, *Sesamia inferens* at defference container conditions.

Methods	Survivorship (%)							
	11 days		15 days		18 days		21 days	
	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD
Non-separate rearing containers	96-100	98.5±1.91	80-94	88.8±2.00	58-90	81.6±1.91	38-82	73.2±2.00
Separate rearing containers	94-100	97.0±2.58	94-98	95.5±1.91	92-96	94.0±1.63	84-90	88.0±2.83
T-test		ns[1/]		ns		ns		*

[1/] ns, * = no significant difference and significant difference at 95% level of confidence, respectively.

Table 3 Survivorship of larval and pupal stages of pink stem borer, *Sesamia inferens* at defference container conditions .

Methods	Survivorship (%)				Sex ratio (Male: Female)
	Larval stage		Pupal stage		
	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	
Non-separate rearing containers	40-78	62.5±6.26	64-97	80.75±16.03	1:0.80
Separate rearing containers	84-90	86.5±2.82	86-95	90.97±4.86	1:0.80
T-test		ns[1/]		ns	

[1/] ns= no significant difference

Table 4 Weight of male and female pupal of pink stem borer, *Sesamia inferens* at defference container conditions .

Methods	Weight of male pupa (mg.)		Weight of female pupa (mg.)	
	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD
Non-separate rearing containers	127.90-197.70	167.36±20.48	169.20-284.00	220.300±30.32
Separate rearing containers	177.70-216.20	202.40±9.28	236.50-363.90	287.87±31.46
T-test		ns[1/]		ns

[1/] ns= no significant difference

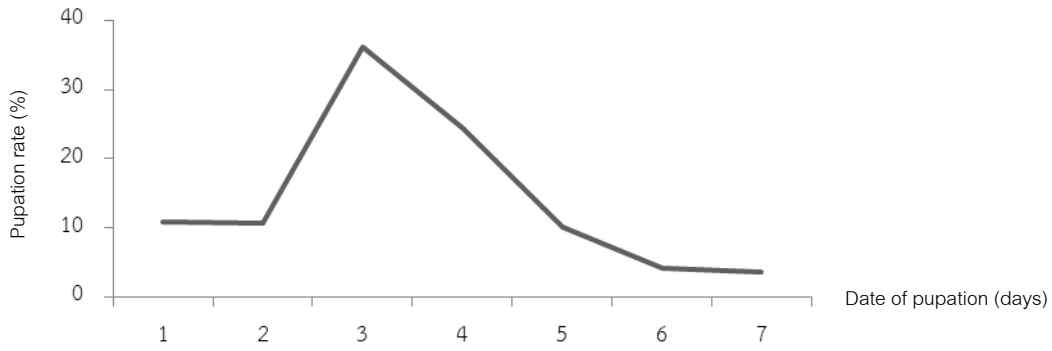


Figure 1 Percentage of pupatation rate of pink stem borer pupa, *Sesamia inferens* after reared with baby corn.

3. **ผลของหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อนต่อความสามรถในการเบียนของแตนเบียนหนอน** ***C. flavipes***

หนอนกอสีชมพูอายุ 9 วัน ที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน ให้ดักแด้แตนเบียน 63.26±28.07 ดักแด้/ตัวหนอน 1 ตัว และมีการฟักเป็นตัวเต็มวัย 94.99±7.68% มากกว่ารายงานของ วิวัฒน์ และคณะ (2550) ที่ทดสอบการเบียนในหนอนกอสีชมพูจากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสำเร็จรูป ได้ดักแด้แตนเบียน 56.50±1.30 ดักแด้/ตัว แต่ใกล้เคียงกับรายงานของ วชิรชัย และคณะ (2546) ที่ทดสอบการเบียนในหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยหน่ออ้อยให้ดักแด้แตนเบียน 70.30-87.10 ดักแด้/ตัว และมีการฟักเป็นตัวเต็มวัยสูงที่สุด 98.5% โดยมีสัดส่วนเพศ 1: 3.35 ซึ่ง ไม่แตกต่างกับรายงานของ วิวัฒน์ และคณะ (2550) และ เทวี และคณะ (2552) ได้รายงานไว้ คือ เมื่อใช้แตนเบียนอายุ 24 ชั่วโมงเบียนหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยหน่ออ้อย 1 ครั้ง จะได้สัดส่วนเพศ(เพศผู้: เพศเมีย) ดีที่สุดคือ 1: 3 ส่วนอายุของตัวเต็มวัยแตนเบียนเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 8.00±6.68 และ 6.58±6.74 วัน ตามลำดับ (Table 5) การผลิตแตนเบียนหนอนจำนวน 1,000 ตัวมีต้นทุนการผลิต 542.29 บาท หรือ 0.54 บาท/ตัว (Table 6) ต่ำกว่ารายงานของ วิวัฒน์ และคณะ (2550) ที่เลี้ยงด้วยท่อนอ้อยมีต้นทุนการผลิตที่ 3.34 บาท/ตัว

Table 5 Parameters of larval parasitiods, *Cotesia flavipes* after parasitization pink stem borer reared with baby corn.

Parameters	Mean±SD	Range
Number of cocoons	63.26±28.07	43-173
Percent Emergence of Adults	94.99±7.68	69.64-100.00
Male longevity (Days)	8.00±6.68	1-17
Female longevity (Days)	6.58±6.74	1-17
Sex ratio (Male: Female)	1: 3.35	-

Table 6 Effective operating costs, fixed cost, variable cost and total costs of the pupal mass 1,000 individauls of *Cotesia flavipes*.

List	Explicit Cost (Baht)	Implicit Cost (Baht)	Total Cost (Baht)
Variable Cost			520.87
- material			
- pink stem borer	22.91		
- food of pink stem borer	9.96		
- water bill	20		
- electric bill	176		
- labor	292		
Fixed Cost (Depreciation and equipment)			21.75

- Plastic box size 11.5x11.5x6.5 cm.		0.69	
- Refrigerator (Useful life 10 Years)		21.06	
Total Cost of larval parasitoids production (Baht)	**520.87**	**21.75**	**542.62**

สรุป

การศึกษาระยะการเจริญเติบโตของหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า หนอนกอสีชมพูมีระยะไข่-ตัวเต็มวัยใช้เวลา 30-36 วัน เฉลี่ย 34.00±2.05 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว สามารถวางไข่ 363.67±91.38 ฟอง/ตัว การศึกษาเทคนิคการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูด้วยข้าวโพดฝักอ่อนด้วยกรรมวิธีการแยกกล่องเลี้ยง พบระยะหนอน และระยะดักแด้ มีการรอดชีวิต 86.5% และ 90.97% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับเทคนิคการวางไข่ของตัวเต็มวัยหนอนกอสีชมพูบนกระดาษไขช่วยให้ตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้ 363.67±91.38 ฟอง/ตัว ส่วนน้ำหนักดักแด้ของหนอนกอสีชมพูในกรรมวิธีแยกกล่องเลี้ยงสูงกว่ากรรมวิธีไม่แยกกล่องเลี้ยง และช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บดักแด้หนอนกอสีชมพูคือ ช่วงวันที่ 3-4 ของการเข้าดักแด้ เมื่อนำหนอนไปทดสอบการเบียนได้ดักแด้แตนเบียน 63.26±28.07 ดักแด้/ตัวหนอน 1 ตัว มีการฟักเป็นตัวเต็มวัย 94.99±7.68% และมีต้นทุนการผลิต 0.54 บาท/ตัว

เอกสารอ้างอิง

ชำนาญ พิทักษ์. 2541. สภาพอากาศกับการระบาดของศัตรูอ้อย. ว. กีฏและสัตววิทยา 20(4): 286- 287.

ชำนาญ พิทักษ์ และอนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ. 2543. การสำรวจความเสียหายของอ้อยเนื่องจากหนอนกอลายจุดใหญ่ *Chilo tumidicostalis* Hampson. หน้า 504-513 *ใน* รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 4. ณ โรงแรมสีมาธานี จ. นครราชสีมา วันที่ 15-17 สิงหาคม 2543.

ณัฐกฤต พิทักษ์ และอนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ. 2544. แมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยค้นน้ำ และการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการกองกีฏวิทยาและสัตววิทยา ปี 2554. กรมวิชาการเกษตร.

ณัฐกฤต พิทักษ์ และเฉลิมวิทย์ ปะสันตา. 2546. การป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยโดยวิธีผสมผสานจังหวัดนครสวรรค์. หน้า 22-26. *ใน* รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทราย ครั้งที่ 5 วันที่ 20- 22 สิงหาคม 2546 ณ โรงแรมจอมเทียนปาล์มบีช พัทยา จังหวัด ชลบุรี.

เทวี มณีรัตน์, สินีนาฏ รัตนาคะ และวิวัฒน์ เสือสะอาด. 2548. การศึกษาอาหารที่เหมาะสมสำหรับเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยสีชมพู *Sesamia inferens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuide) เพื่อใช้ในการผลิตแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera), หน้า 1-8. *ใน* รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2548. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 28-3 มิถุนายน 2548. ณ โรงแรมเฟลิกซ์ ริเวอร์แควรีสอร์ท กาญจนบุรี.

เทวี มณีรัตน์, สินีนาฏ รัตนาคะ และวิวัฒน์ เสือสะอาด. 2552. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราส่วนเพศของแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae). หน้า 106-110. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 วันที่ 17-20 มีนาคม 2552. ณ กรุงเทพมหานคร.

วชิรชัย จาร์ยคูณ จันทร์เพ็ญ แก่นคง สิริวรรณ์ แพงมา สุภาภรณ์ เสียงศรี อัปสร เปลี่ยนสินไชย และ พิพัฒน์ วีรถาวร. 2546. การเลี้ยงหนอนกอสีชมพูเพื่อผลิตแตนเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron). *ใน* รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งชาติ ครั้ง 5 20-22 สิงหาคม 2456 ณ โรงแรมจอมเทียนปาล์มบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี.

วิยวรรณ บุญทัน. 2549. นิเวศวิทยาประชากรและการพัฒนาแบบจำลองของหนอนกอสีชมพู *Sesamia infens* Walker และแมลงเบียนหนอน *Cotesia flavipes* (Cameron). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิวัฒน์ เสือสะอาด กิตติยา สุขเสน เทวี มณีรัตน์ สินีนาฏ รัตนาคะ และอรพรรณ เกินอาษา. 2550. การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแตนเบียนหนอนเจาะลำต้นและ ยอดอ้อย *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera : Braconidae) ในเชิงพาณิชย์.

ศูนย์เฉพาะกิจแก้ไขปัญหาหนอนกออ้อยและโรคใบขาว. 2544. โครงการเฉพาะกิจแก้ปัญหาหนอนกออ้อย และโรคใบขาว 2544-2545. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 24 หน้า

Fantinou, A.A., D.C. Perdikis and N. Stemogianmis. 2008. Effect of larval crowding on the life history traits of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). European Journal of Entomology. 105: 625–630.

Joshi, G. L. Ram and R. Singh. 2009. Biology of pink borer, *Sesamia inferens* (walker) on Taraori Basmati rice. Annals of Biology 25(1): 41-45.

Nagarjuna, B. M. Manjunatha and M. Latha. 2015. Biology of maize stem borer, *Sesamia inferens* (Walker)

Noctuidae: Lepidoptera. Eco-friendly Agriculture Journal 10(1): 90-91.

Pathak D. M. and Z. R. Khan. 1994. Insect pests of rice. International Rice Research Institute. Manila, Philippines.

Parra, P. R. J. 2014. Biological Control in Brazil: An overview. Sci. Agric. 71(5): 345-355.

Wang, P., P. F. Lu, X. L. Zheng, L. Z. Chen C. L. Lei and X. P.Wang. 2013. New artificial diet of continuous rearing of the bean pod borer, *Maruca vitrata* . J. Insect Sci. 13(5): 121.

ผลของการเก็บรักษาไข่อาศัยต่อการเบียนของ *Trichogramma* spp.

Effect of storage of host egg on parasitism of *Trichogramma* spp.

เสาวภา ป้องโล่ห์[1] และ นุชรีย์ ศิริ[1,2*]

Saowapa Ponglo[1] and Nutcharee Siri[1,2*]

บทคัดย่อ: *Trichogramma* spp. เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่นิยมใช้กันทั่วโลกในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในกลุ่มหนอนผีเสื้อ การพัฒนาเทคนิคการเก็บรักษาไข่อาศัยเพื่อการผลิตแตนเบียน จึงมีความสำคัญในการควบคุมโดยชีววิธี เพื่อให้มีแตนเบียนเพียงพอในช่วงเวลาที่ใช้ปลดปล่อย การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* (Stainton) โดยมี4 กรรมวิธี คือ: (T1) ห่อไข่ในกระดาษทิชชู 2 ชั้น ใส่ในกล่องพลาสติกปิดฝาแล้วใส่ในถุงซิป, (T2) ห่อไข่ในกระดาษทิชชู 2 ชั้น แล้วใส่ในถุงซิป, (T3) ห่อไข่ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ 2 ชั้น ใส่ในกล่องพลาสติก ปิดฝาแล้วใส่ถุงซิป และ(T4) ห่อไข่ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ 2 ชั้นแล้วใส่ถุงซิป เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3±1°C, 8±1°C และ 12±1°C เป็นเวลา 1, 2, 4, 6 และ 9 สัปดาห์ พบว่าอุณหภูมิและวิธีการเก็บรักษามีผลทำให้น้ำหนักไข่ลดลงตั้งแต่สัปดาห์แรกที่เก็บรักษา และน้ำหนักไข่ทุกกรรมวิธีที่อุณหภูมิ 8±1°C และ 12±1°C ลดลงมากกว่าที่ 3±1°C อย่างมีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่อุณหภูมิ 3±1°C น้ำหนักไข่ลดลงน้อยที่สุดใน T4 (1.90 มก.) รองลงมาคือ T3 (3.48 มก.), T2 (4 มก.) และ T1 (7.50 มก.) ตามลำดับ การฟักเป็นตัวหนอนและน้ำหนักไข่ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น แตนเบียนสามารถเบียนไข่ที่เก็บรักษา 1 สัปดาห์ ได้มากกว่า 80% ที่อุณหภูมิ 8±1°C และ 12±1°C ทั้ง 4 กรรมวิธี โดยมีผลเช่นเดียวกับทั้ง T1 และ T2 ที่เก็บรักษา 2 สัปดาห์ พบแตนเบียนมีการเบียนน้อยที่สุดในไข่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3±1°C และแตนเบียนมีการฟักเป็นตัวเต็มวัยมากกว่า 80% ที่อุณหภูมิ 12±1°C ในไข่ที่เก็บรักษา1-6 สัปดาห์

คำสำคัญ: แตนเบียนไข่, *Trichogramma* spp., ผีเสื้อข้าวสาร, *Corcyra cephalonica* (Stainton)

[1] **สาขากีฏวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น** 40002

Entomology Section, Department of Plant Science and Agriculture resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

[2] **ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น** 40002

National Biological Control Research Center, Upper Northeastern Regional Center, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: nutchare@kku.ac.th

Abstract: *Trichogramma* spp. is one of the most common natural enemies used in the world against many lepidopterous pests. Improving storage of host egg technique for parasitoid production is important for biological control program to supply sufficient parasitoid at the time of release. The objective of this research is to evaluate the suitable storage conditions of rice moth eggs, *Corcyra cephalonica* (Stainton) for the following 4 packaging treatments: (T1) eggs wrapped under 2 layers of tissue paper, placed in a plastic box with cover, then put in a zipper storage bag, (T2) eggs wrapped under 2 layers of tissue paper then put in a zipper bag, (T3) eggs wrapped under 2 layers of aluminum foils, placed in a plastic box with cover, then put in a zipper bag; and (T4) eggs wrapped under 2 layers of aluminum foils then put in a zipper bag, stored at temperatures: 3±1°C, 8±1°C and 12±1°C for durations of 1, 2, 4, 6 and 9 weeks. The results showed that the temperature and the storage packaging methods affected the reduction of the eggs' weight since the first week of the storage. The most egg weight reduction in all treatments were found in 8±1°C and 12±1°C with statistical different to 3±1°C. The least reduction at 3±1°C was found in T4 (with 1.90 mg.) followed by T3 (3.48 mg.), T2 (4 mg.) and T1 (7.50 mg), respectively. The egg weight deceased further more as the storage period increased. The parasitoid parasitized more than 80% of eggs stored for 1 week from 4 treatments at temperature 8±1°C and 12±1°C, of which both T1 and T2 showed the same result for 2 week storage. The least parasitism percentage was from the eggs stored at temperature 3±1°C. The adult emergence was more than 80% for the storage at temperature 12±1°C for 1-6 weeks.

Keywords: egg parasitoid, *Trichogramma* spp., rice moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton)

บทนำ

แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติขนาดเล็กที่สำคัญต่อการควบคุมระยะไข่ศัตรูพืชหลายชนิด เช่น หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด หนอนเจาะสมอฝ้าย และหนอนกออ้อย เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2539) แตนเบียนไข่สามารถผลิตได้ง่ายด้วยไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* (Stainton) ด้วยเป็นไข่อาศัยที่มีความเหมาะสมสามารถผลิตได้ในปริมาณมากและยังปรับตัวได้ดีในการเพาะเลี้ยง (วินิภา, 2555) อีกทั้งผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* ยังมีวงจรชีวิตระยะไข่สั้นเพียง 7-10 วัน (Ghosh, 2017) เมื่อเลี้ยงเพิ่มปริมาณไข่แมลงอาศัยได้แล้วและยังไม่ได้อยู่ในช่วงการระบาดของแมลงศัตรูพืช การเก็บรักษาไข่แมลงอาศัยจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการผลิตแตนเบียนไข่ให้มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้ในช่วงที่มีการระบาดของแมลงศัตรูพืช การเก็บรักษาที่ง่ายและประหยัดคือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยอุณหภูมิต่ำจะทำให้กระบวนการเผาผลาญสารอาหารช้าลง และมีช่วงการพัฒนาเป็นตัวอ่อนนานขึ้น (Colinet and Boivin, 2011) สายฝน (2551) รายงานว่าการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิ 8°C, 10 °C และ 13 °C นาน 1-4 สัปดาห์ ไข่ที่เก็บภายใต้สภาวะสุญญากาศมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการเก็บในกล่องพลาสติก และแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. ยังสามารถเบียนไข่ที่เก็บรักษาได้มากกว่า 78% ขณะที่การเก็บไข่ในกล่องพลาสติกแตนเบียนมีการเบียนได้น้อยกว่า 60 % โดย Jalali et al. (2007) พบว่าในสภาวะสุญญากาศไข่เก็บรักษาได้นาน 7- 42 วัน และแตนเบียนไข่ T. chilonis ยังสามารถเบียนได้ 100-75% ในขณะที่ไข่ที่ไม่ได้เก็บภายใต้สภาวะสุญญากาศแตนเบียนไข่เบียนได้ 100, 50, 5% ในการเก็บรักษาวันที่ 7, 14, 28 ตามลำดับ ในขณะที่วินิภา (2556) ศึกษาการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิ 5±2°C และ 7±2°C พบว่าการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยวิธีการห่อกระดาษทิชชูและห่อผ้าขาวบางไข่สามารถฟักได้ดีกว่าวิธีการไม่ห่อ และที่อุณหภูมิ 5±2°C ไข่สามารถฟักได้มากกว่า 55% เมื่อเก็บรักษาไข่ไม่เกิน 2 สัปดาห์ ทั้ง 2 กรรมวิธี ซึ่งQueiroz et al. (2017) พบว่าการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิ 5°C สามาถเก็บได้นาน 14 วัน และที่อุณหภูมิ 10°C เก็บรักษาได้นาน 21 วัน และ (Balasubramanian et al., 1991 อ้างอิงตาม Jalali et al. 2007) รายงานว่าการเก็บรักษาไข่อาศัยที่อุณหภูมิ 0-9 °C ไข่ที่เก็บรักษานาน 3 และ 15 วัน สามารถนำมาผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ได้ นอกจากนี้การเก็บรักษาไข่อาศัยในอุณหภูมิและวิธีการที่เหมาะสม จึงมีความสำคัญต่อการเบียนและการฟักของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. เพื่อที่จะนำแตนเบียนไข่ใช้ประโยชน์ได้ทันท่วงทีพบการระบาดของแมลงศัตรู ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบวิธีการและอุณหภูมิที่มีผลต่อการเก็บรักษาไข่อาศัยและการเบียนของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ทั้งนี้เพื่อทำให้การเก็บรักษา (shelf life) เพื่อการผลิตแตนเบียนไข่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

นำไข่ผีเสื้อข้าวสารอายุ 24 ชม. ปริมาณ 100 มก. (2,000± 250 ฟอง) มาทดสอบการเก็บรักษา โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ กรรมวิธีที่ 1 (T1) คือ ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชู 2 ชั้น ใส่กล่องพลาสติกขนาด 3X3x2 ซม. และใส่ในถุงซิปขนาด 9x13 ซม. 2) (T2) ห่อไข่ด้วยกระดาษทิชชู 2 ชั้น และใส่ในถุงซิปขนาด 9x13 ซม. 3) (T3) ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ 2 ชั้นใส่กล่องพลาสติก 3X3x2 ซม. และใส่ในถุงซิปขนาด 9x13 ซม. และ 4) (T4) ห่อไข่ด้วยกระดาษฟอยล์ 2 ชั้น และใส่ในถุงซิปขนาด 9x13 ซม. เก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 3±1°C, 8±1°C และ 12±1°C เป็นระยะเวลา 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, และ 9 สัปดาห์ เมื่อครบแต่ละสัปดาห์ ให้นำไข่มาเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 14±1 °C เป็นระยะเวลา 24 ชม. บันทึกข้อมูล โดยการชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการเก็บรักษา เมื่อครบกำหนดแต่ละสัปดาห์ และนำไข่ที่ผ่านการเก็บรักษาทุกอุณหภูมิแบ่งเป็น 2 ส่วน เพื่อทดสอบดังนี้

ส่วนที่ 1 ทดสอบการฟักของไข่ผีเสื้อข้าวสารหลังการเก็บรักษา โดยนำไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษาในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 100 ฟอง โรยใส่กระดาษสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มม. เป็นจำนวน 10 ซ้ำ และวางในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มม. รอบๆ กระดาษโรยรำละเอียดบางๆ เพื่อเป็นอาหารของหนอนที่ฟัก และบันทึกการฟักของหนอน

ส่วนที่ 2 ทดสอบการเบียนของแตนเบียนไข่ โดยโรยไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษาแต่ละกรรมวิธีลงบนกระดาษสีขาวที่ทากาวขนาด 2x2 ซม. จำนวน 100 ฟอง จำนวน 10 ซ้ำ นำแผ่นไข่ดังกล่าวผ่านแสงยูวีขนาด 30 วัตต์ นาน 15 นาที จากนั้นนำใส่หลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 ยาว 15 ซม. แล้วเขี่ยตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ เพศเมียและเพศผู้ใส่จำนวน 10 คู่/หลอด บันทึกการเบียน การฟักของแตนเบียนไข่

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variances, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$) โดยใช้โปรแกรม Statistix 10

ผลและวิจารณ์

1. ผลของการเก็บรักษาต่อน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร

อุณหภูมิและกรรมวิธีการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารมีผลต่อการลดลงของน้ำหนักไข่ โดยทุกอุณหภูมิน้ำหนักไข่ลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ของการเก็บรักษาและที่อุณหภูมิ 3±1°C น้ำหนักไข่ลดลงน้อยกว่าอุณหภูมิ 8±1°C และ 12±1°C ในทุกกรรมวิธี โดยที่อุณหภูมิ 3±1°C น้ำหนักไข่ลดลงน้อยที่สุดใน T4 (1.90 มก.) รองลงมาคือ T3 (3.48 มก.), T2 (4 มก.) และ T1 (7.50 มก.) ตามลำดับ วิธีการ T1 และ T2 แต่ละอุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในสัปดาห์ที่ 1 และพบว่า T3 ที่อุณหภูมิ 3±1°C ไข่สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป (Figure1) และไข่ผีเสื้อข้าวสารที่เก็บที่อุณหภูมิ 3±1 °C มีสีเปลี่ยนจากเดิมสีขาวครีมเป็นสีน้ำตาล ขณะที่ไข่ที่สูญเสียน้ำหนักมากจะมีลักษณะแบน ซึ่งสอดคล้องกับ Ghosha and Ballal. (2017) ได้รายงานว่าการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* อายุ 22-24 ชั่วโมง ในอุณหภูมิ 5±1 °C ไข่มีลักษณะลีบหลังจากผ่านการเก็บรักษานาน 5-15 วัน

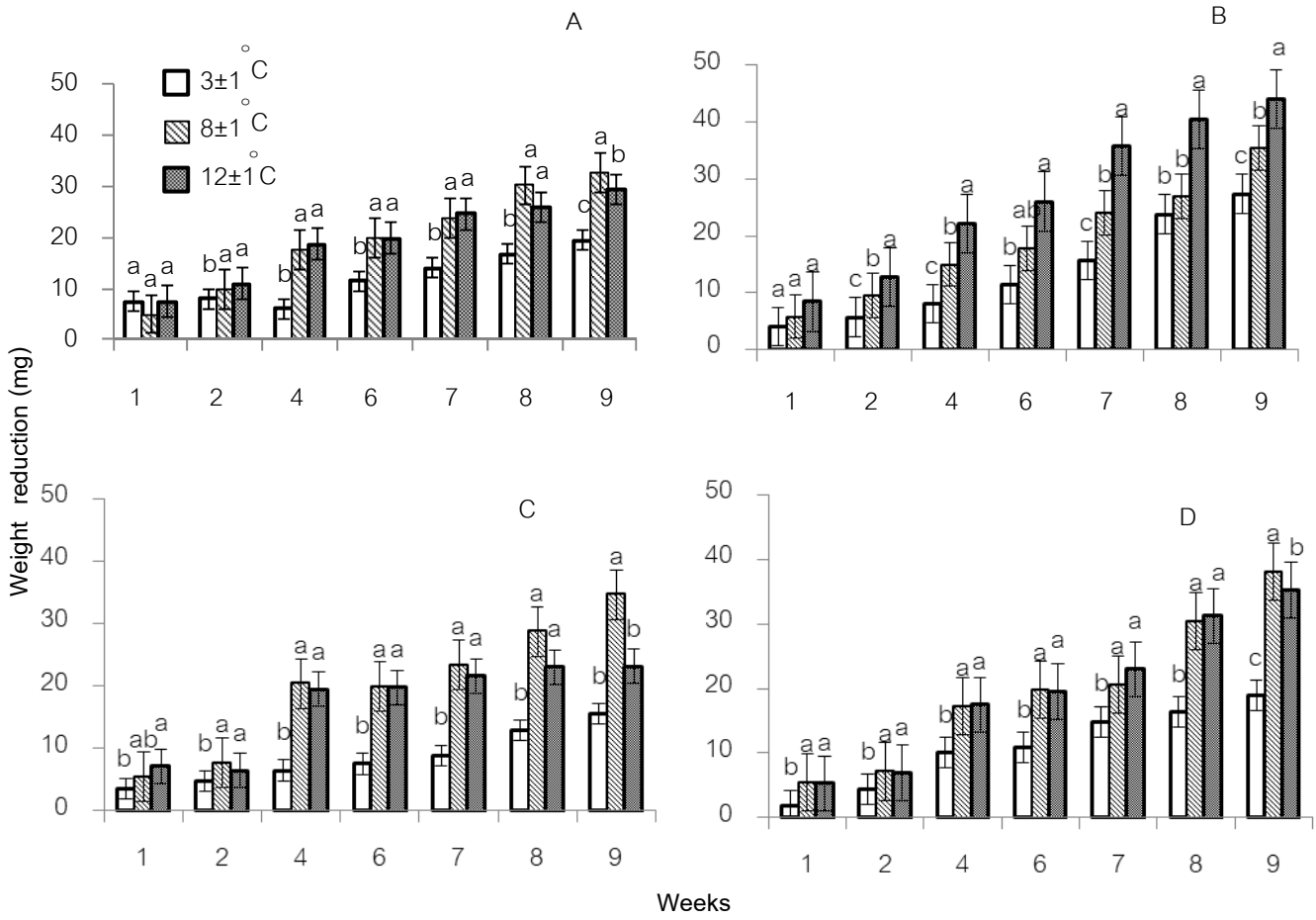


Figure 1 Weight reduction (mg) of rice moth eggs packed in different material after storing at 3±1 °C, 8±1 °C and 12±1 °C for 1-9 weeks. (A)Tissue paper+plastic box+zipper bag (T1), (B) Tissue paper+zipper bag (T2), (C) Aluminum foils+plastic box+zipper bag (T3) and (D) Aluminum foils+ zipper bag (T4)

2. ผลของการเก็บรักษาต่อการฟักของหนอนผีเสื้อข้าวสาร

ไข่ที่ผ่านการเก็บรักษามีการฟักเพียงช่วง 2 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา และฟักได้น้อยกว่า 20 % ในทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษา โดยในสัปดาห์ที่ 1 ไข่อาศัยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12±1°C พบการฟักเป็นตัวหนอนมากกว่าอุณหภูมิ 3±1°C และ 8±1°C กรรมวิธี T3 ที่อุณหภูมิ 12±1°C พบการฟักของตัวหนอนมากที่สุด 19 % ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอุณหภูมิ 3±1°C และ 8±1°C ที่มีการฟัก 4% และ 0.4% ตามลำดับ การฟักหลังการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ พบเฉพาะวิธีการ T1, T2 และ T3 (Figure 2) สอดคล้องกับ Ghosha and Ballal. (2017) พบว่าไข่ผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 °C นาน 10 และ 15 วัน มีการฟักเป็นตัวหนอน 0- 20 % โดย

การฟักจะลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากไข่แดงที่เป็นอาหารของเอ็มบริโอมีคุณภาพลดลง ทำให้เอ็มบริโอไม่สามารถพัฒนาต่อได้ (Pratissoli et al., 2003)

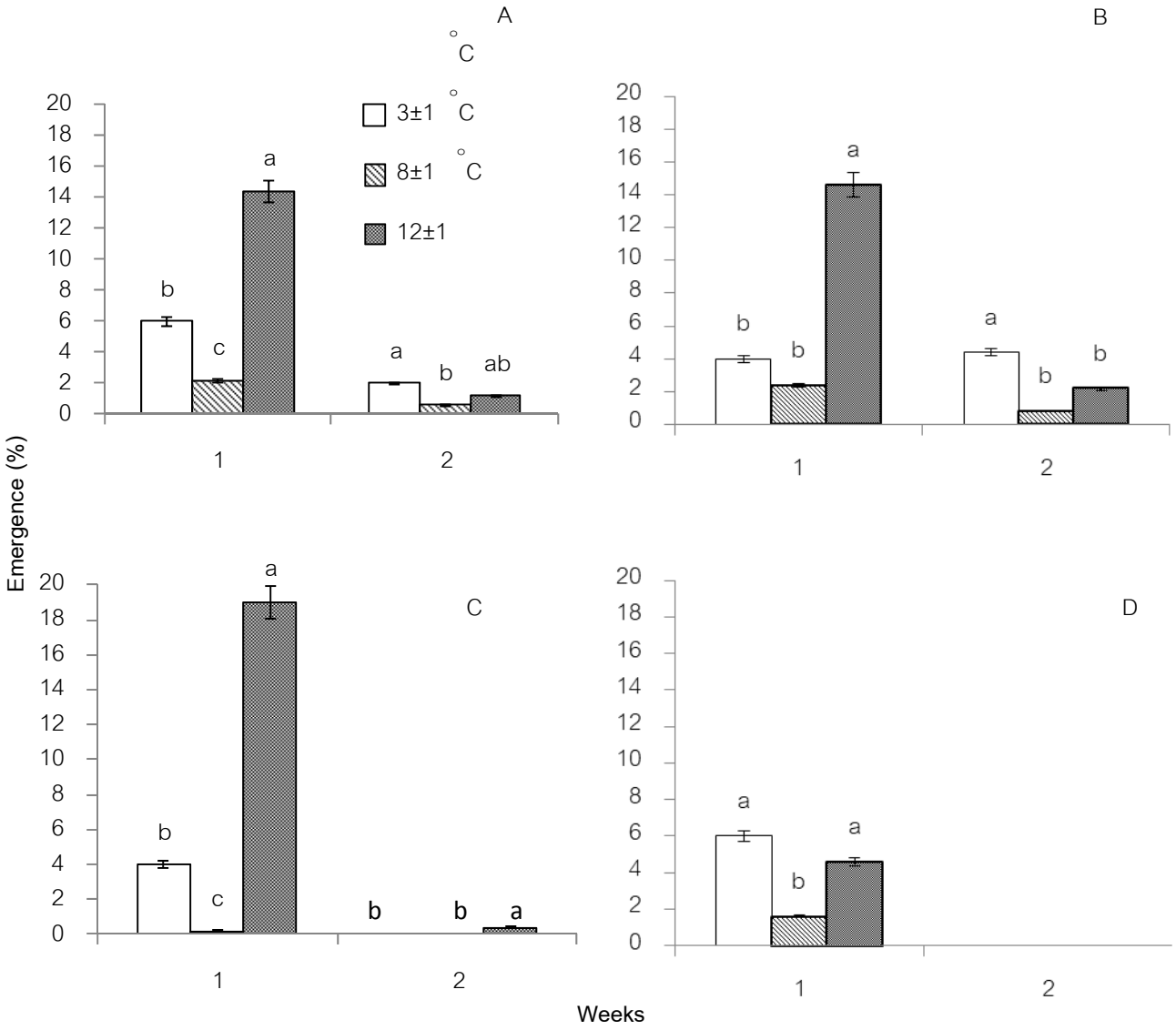


Figure 2 Percent emergence of rice moth eggs packed in different material after storing at 3±1 °C, 8±1 °C and 12±1 °C for 1-9 weeks. (A) Tissue paper+plastic box+zipper bag (T1), (B) Tissue paper+zipper bag (T2), (C) Aluminum foils+plastic box+zipper bag (T3) and (D) Aluminum foils+ zipper bag (T4) (No emergence after 2 weeks storage)

3. ผลของการเก็บรักษาต่อการเบียนของแตนเบียนไข่

เมื่อนำไข่ที่ผ่านการเก็บรักษามาให้แตนเบียนไข่เบียนพบว่า ในสัปดาห์ที่ 1 ไข่ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 8±1°C และ 12±1°C มีการเบียนมากกว่า 80% ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่อุณหภูมิ 3±1°C มีการเบียนมากกว่า 80% เฉพาะ T3 และตั้งแต่สัปดาห์ 2 เป็นต้นไป ทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3±1°C มีการเบียนน้อยกว่า 50 % ทั้งที่ไข่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3±1°C มีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด แต่พบอัตราการเบียนต่ำในทุกกรรมวิธี ขณะที่อุณหภูมิ 8±1°C และ 12±1°C ไข่มีลักษณะแบนลีบและฝ่อ พบอัตราการเบียนสูงกว่า เนื่องจากไข่ผีเสื้อข่าวสารที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3±1°C เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่ง Lobdell et al. (2005) รายงานว่าความแตกต่างของสีไข่อาศัยมีผลต่อการประเมินความเหมาะสม และการยอมรับไข่อาศัยของแตนเบียนไข่ และ De Jong and Pak (1984) อ้างตาม Schmidt (1994) พบว่าแตนเบียน *T. buesi* มีการเบียนไข่ที่มีสีขาวมากกว่าไข่สีเหลือง แสดงให้เห็นถึงว่าน้ำหนักของไข่ไม่มีผลต่อการเบียน แต่สีของไข่อาศัยมีผลต่อการเบียนของแตนเบียนไข่ และเมื่อเก็บรักษานาน 1- 6 สัปดาห์ พบว่าที่อุณหภูมิ 12±1°C ใน T1 แตนเบียนไข่สามารถเบียนได้มากกว่า 50 % ส่วนอุณหภูมิและกรรมวิธีอื่นๆเบียนได้น้อยกว่า 50% (Figure 3) สอดคล้องกับ Jalali et al. (2007) พบว่าการเก็บรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารที่อุณหภูมิ 8±1°C แตนเบียนไข่เบียนได้ต่ำกว่า 40% เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ซึ่ง Goubault et al. (2011) รายงานว่าระยะการเก็บรักษาไข่อาศัยที่นานขึ้นอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีส่งผลต่อการเบียนของแตนเบียน สำหรับการฟักของแตนเบียนไข่ พบว่าการฟักของแตนเบียนที่ 1-2 สัปดาห์ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอุณหภูมิและกรรมวิธี ที่อุณหภูมิ 12±1°C มีการฟักมากกว่า 80 % ทุกกรรมวิธี เฉพาะในช่วงการเก็บรักษา 1-6 สัปดาห์ และกรรมวิธี T3 พบการฟักมากกว่า70 % ในทุกอุณหภูมิ หลังการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ (Figure 4)

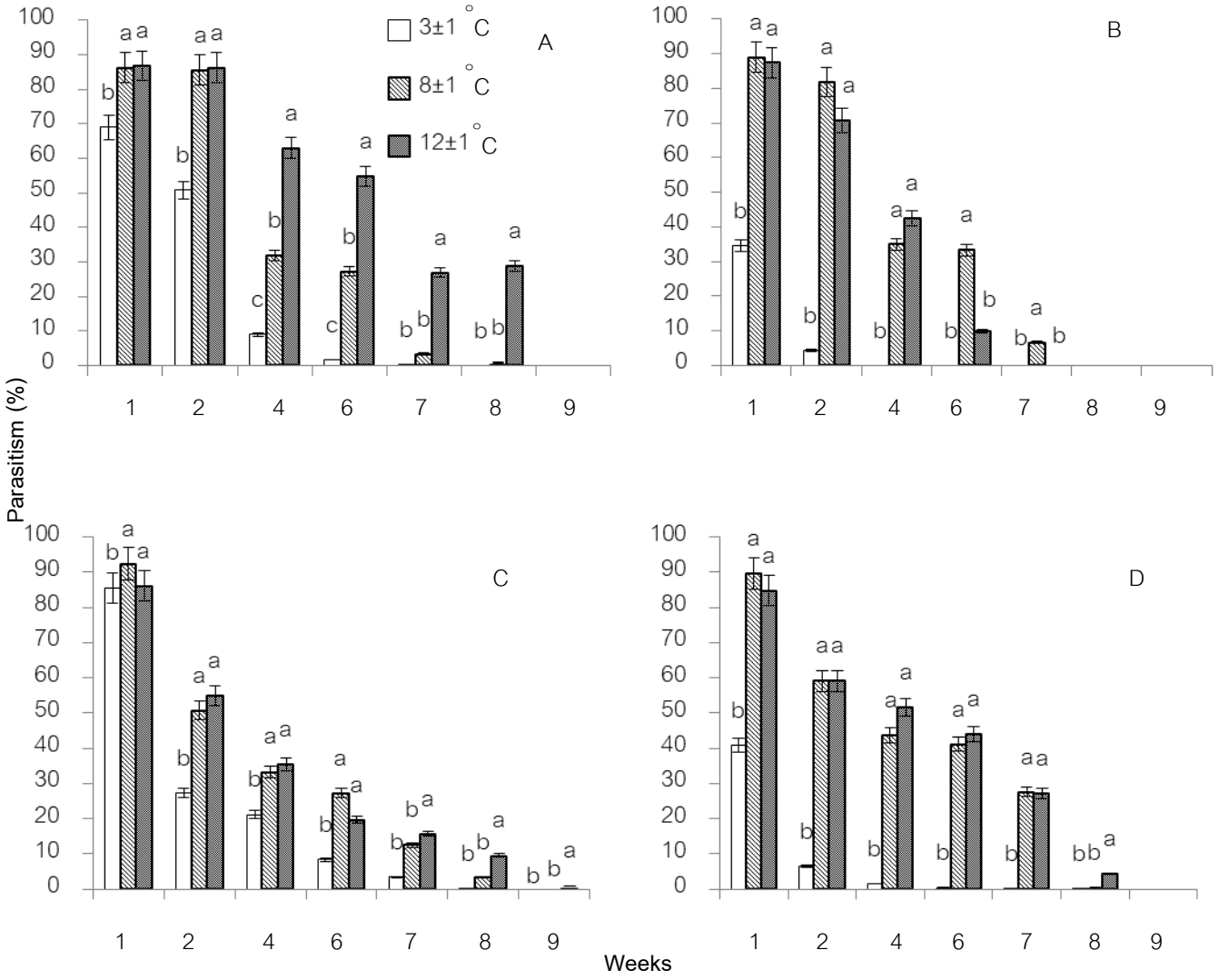


Figure 3 Percent parasitism of egg parasitoid, *Trichogramma* spp. packed in different material after storing at 3±1 °C, 8±1 °C and 12±1 °C for 1-9 weeks. (A) Tissue paper+plastic box+zipper bag (T1), (B) Tissue paper+zipper bag (T2), (C) Aluminum foils+plastic box+zipper bag (T3) and (D) Aluminum foils+ zipper bag (T4)

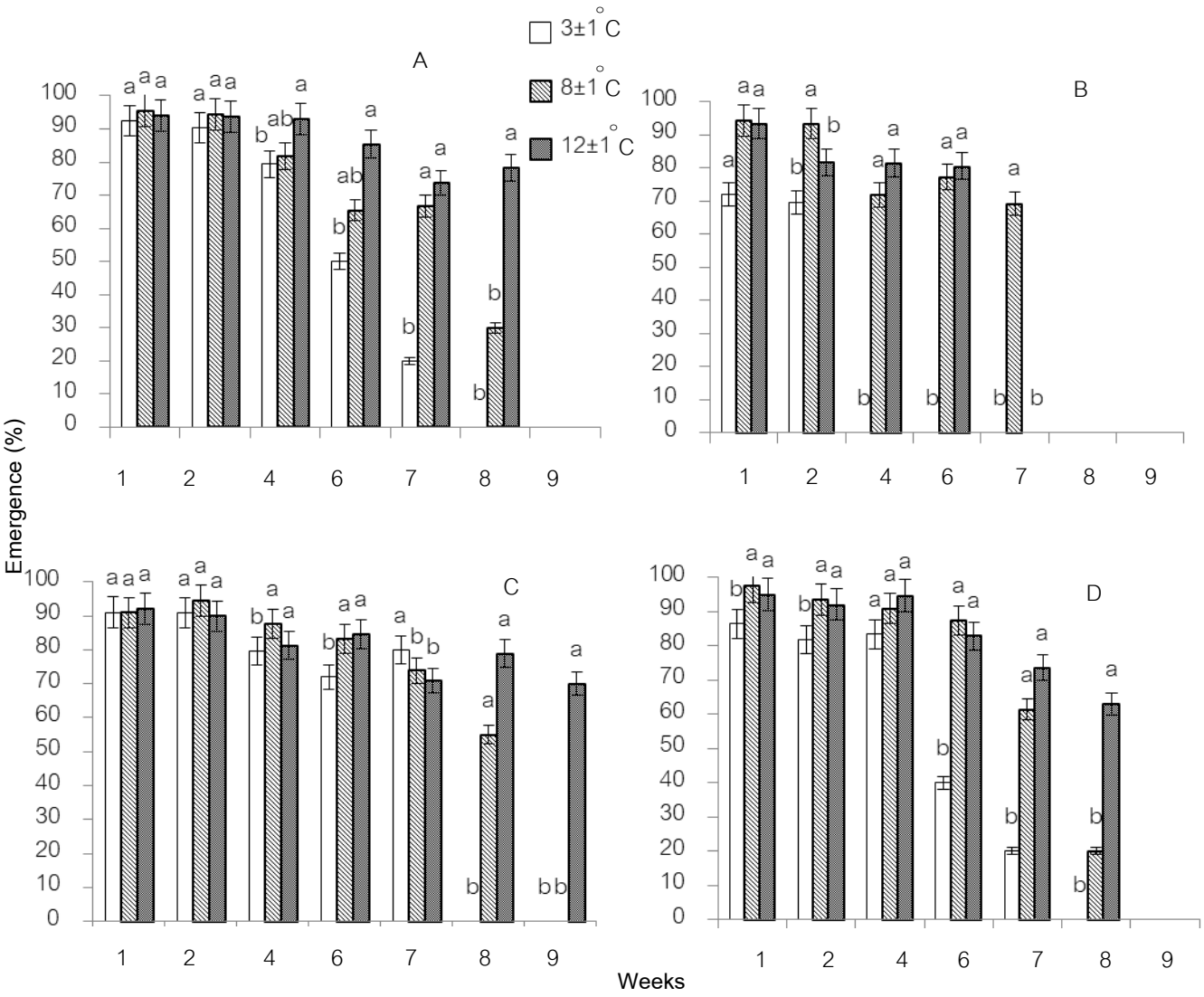


Figure 4 Percent emergence of egg parasitoid, *Trichogramma* spp. packed in different material after storing at 3±1 °C, 8±1 °C and 12±1 °C for 1-9 weeks. (A) Tissue paper+plastic box+zipper bag (T1), (B) Tissue paper+zipper bag (T2), (C) Aluminum foils+plastic box+zipper bag (T3) and (D) Aluminum foils+ zipper bag (T4)

สรุปผลการทดลอง

อุณหภูมิและกรรมวิธีมีผลทำให้ไข่ที่เก็บรักษามีน้ำหนักลดลง โดยในทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธีเกบรักษาไข่ผีเสื้อข้าวสารมีการฟักน้อยกว่า 20 % และฟักเพียง 2 สัปดาห์ หลังการเก็บรักษา และเมื่อนำไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ผ่านการเก็บรักษามาให้แตนเบียนไข่เบียน พบว่าไข่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12±1°C ในวิธีการ T1แตนเบียนไข่สามารถเบียนได้มากกว่า 50 % และฟักออกเป็นตัวเต็มวัยได้มากกว่า 80% เมื่อเก็บรักษานาน 1- 6 สัปดาห์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2539. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อเกษตรยั่งยืน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ 220 หน้า

วินิภา ชาลีคาร และ นุชรีย์ ศิริ. 2555. การพัฒนาการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารเพื่อการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. แก่นเกษตร ฉบับพิเศษ (3): 305-310.

วินิภา ชาลีคาร และนุชรีย์ ศิริ. 2556. ผลของวิธีการเก็บรักษาไข่อาศัยต่อการเบียนของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. แก่นเกษตร 41(1):154-158.

สถิตย์ ปฐมรัตน์. 2544. แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. เทคนิคการเลี้ยงขยายพันธุ์. เอกสารวิชาการการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทาง ชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยากรมวิชาการเกษตร.

สายฝน ทดทะศรี. 2551. การพัฒนาการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. วิทยานิพนธ์ปริญญาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Colinet, H. and G. Boivin. 2011. Insect parasitoids cold storage: a comprehensive review of factors of variability and consequences. Biol. Control. 58: 83–95.

Ghosh, E and C. R. Ballal. 2017. Effect of age dependent cold storage of factitious host *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) for their continuous production and *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) rearing. Asia-Pacific Entomology. 928–934.

Goubault, M., A. M. Cortesero, C. Paty, J. Fourrier, S. Dourlot and A. Leralec. 2011. Abdominal sensory equipment involved in external host discrimination in a solitary parasitoid wasp. Microsc. Res. Tech. 74: 1145 –1153.

Jalali, S. K., T. Venkatesan, K. S. Moorthy, R. J. Rabindra and Y. Lalitha. 2007. Vacuum packaging of *Corcyra cephalonica* (Stainton) eggs to enhance shelf-life for para-sitization by the egg parasitoid Trichogramma chilonis. Biol. Control. 41 (1), 64–67.

Lobdell, E. C., T. H. Yong and M. P. Hoffmann. 2005. Host color preferences and short-range searching behavior of the egg parasitoid Trichogramma ostriniae. The Netherlands Entomological Society. 116: 127–134.

Pratissoli, D., U. R. Vianna, H. N. Oliveira and F. F Pereir. 2003. Efeito do armazenamento de ovos de Anagasta kuehniella, (Lepidoptera: Pyrali-dae) nascaracterísticas biológicasde trêsespécies de Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Rev. Ceres. 50: 95–105.

Queiroz, A. P., A. F. Bueno, A. P. Fernandes, M. L. Grande, O. C. Bortolotto and D. M. Silva. 2017. Low temperature storage of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygastridae) and its factitious host *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae). Neotrop Entomol. 46(2):182-192.

Schmidt, J. M. 1994. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. Biological control with egg parasitoids. 164-200.

สภาพที่เหมาะสมต่อการผลิตแมลงอาศัย *Corcyra cephalonica* เพื่อการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

Suitable Conditions for Mass Production of Host Insect, *Corcyra cephalonica* to Produce Egg Parasitoid, *Trichogramma* spp.

ยศชลากร สุขอยู่ [1] และ นุชรีย์ ศิริ [1*]

Yotechalakorn Sookyoo [1] and Nutcharee Siri [1*]

บทคัดย่อ: การเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) ในสภาพที่เหมาะสม ทำให้สามารถผลิตไข่อาศัยได้ปริมาณมากเพียงพอสำหรับการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.(Hymenoptera: Trichogrammatidae) โดยปัจจัยที่สำคัญต่อการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร และใช้ในการทดสอบ คือ ขนาดกล่องเพาะเลี้ยงระยะหนอน ขนาดถุงตัวเต็มวัย และอุณหภูมิห้องเลี้ยง โดยประเมินผลผลิตจากข้อมูลด้านชีววิทยาของแมลงอาศัย จากการทดสอบขนาดถุงวางไข่ 2 ขนาด พบว่าถุงขนาด 35x40 ซม^2. เหมาะสมสำหรับผีเสื้อข้าวสาร 500 ตัว การทดสอบกล่องเลี้ยงระยะหนอน 3 ขนาด ใน 2 อุณหภูมิคือ 25±2°C และ 28±2°C พบว่า กล่องพลาสติกขนาด 20x30x10 ซม^3. เป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงด้วยไข่ผีเสื้อข้าวสาร 0.1 ก. ต่อรำข้าว 1 กก. เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±2°C สามารถผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารได้ 8.31 ก./กล่อง และเมื่อนำไข่ผีเสื้อข้าวสารทดสอบการเบียนของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. พบการเบียน 84.48% มีการฟัก 96.37% โดยมีต้นทุนการผลิต 12.14 บาท/แผ่น (2,000 ตัว/แผ่น)

คำสำคัญ: ไข่ผีเสื้อข้าวสาร แตนเบียนไข่ การเบียน

ABSTRACT: Suitable condition on mass rearing of rice moth, *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) could gain more production of host eggs and the egg parasitoid, *Trichogramma* spp (Hymenoptera: Trichogrammatidae). The important factors for mass rearing of the rice moth, *C. cephalonica* were tested. There were larva rearing box size, adult containing bag size and rearing room temperatures. Different biological parameters of host insect had been taken to evaluate the host insect production. Two different size of screen bag was tested for the optimum number of rice moth adult. The 35x40 cm^2. size was the suitable bag for 500 adults. Three different size of plastic box for rearing rice moth larva was tested under 25±2°C and 28±2°C conditions. The suitable reared box was 20x30x10 cm^3. The box was for rearing of 0.1 g. rice moth eggs per 1 kg. polish rice under 25±2°C., of which one box yielded 8.31 g. rice moth eggs. Subsequently, the rice moth eggs were tested on the fitness of host eggs for the parasitism of the egg parasitoid, *Trichogramma* spp. The results showed 84.48% parasitism with 96.37% emergence. Production cost of *Trichogramma* spp. was 12.14 Baht/card (2,000 individual / card).

Keywords: rice moth egg, egg parasitoid, parasitism

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

Department of Plant Science and Agriculture resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, KhonKaen 40002

บทนำ

ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera : Pyralidae) เป็นแมลงอาศัยที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เพาะเลี้ยงแมลงเบียนมากกว่า 60 ชนิด (Manjunath, 2013) โดยเฉพาะการใช้เลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. ที่สามารถใช้ควบคุมศัตรูพืชสำคัญมากกว่า 30 ชนิด (นุชรีย์ และคณะ, 2546) เนื่องจากผีเสื้อข้าวสารเป็นแมลงอาศัยที่สามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ง่าย มีขั้นตอนการเลี้ยงไม่ยุ่งยาก มีต้นทุนการเลี้ยงต่ำ (สถิต, 2544) ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการและผลผลิตของผีเสื้อข้าวสาร เช่น อุณหภูมิที่ส่งผลโดยตรงต่อพัฒนาการเจริญเติบโตของแมลง และยังเป็นตัวควบคุมการเพิ่มและลดลงของประชากรแมลงด้วย (Bhushanl et al., 2012; Fand et al., 2013) ซึ่งวินิภา (2556) พบว่า เพศเมียผีเสื้อข้าวสาร วางไข่มากที่สุดในอุณหภูมิ 25°C เนื่องจากอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อแมลงศัตรูโรงเก็บอยู่ระหว่าง 25-30°C และอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 20°C แมลงจะชะลอการเจริญเติบโตและตาย (พรทิพย์, 2548) นอกจากนี้ความหนาแน่นของการเพาะเลี้ยงระยะหนอนในกล่องเลี้ยงยังมีผลต่อการพัฒนาการของผีเสื้อข้าวสาร ซึ่งความหนาแน่นของประชากรหนอนต่อปริมาณในการกินอาหารจะส่งผลต่อขนาดของดักแด้และความสมบูรณ์เพศของตัวเต็มวัย โดยระยะตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารจะใช้สารอาหารที่ได้จากระยะหนอนเพื่อช่วยในการขยายพันธุ์ของเพศเมีย (Jones et al., 1982; Tammaru et al., 2000) และอุปกรณ์และวิธีการเก็บตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารมีความสำคัญต่อผลผลิตของผีเสื้อข้าวสาร ซึ่งการใช้ถุงตาข่ายไนล่อนในการเก็บตัวเต็มวัย ผีเสื้อข้าวสารสามารถวางไข่ได้มากที่สุด (กิตติยา และคณะ, 2552) การศึกษาปัจจัยเหล่านี้จึงมีความสำคัญต่อกระบวนการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงระยะหนอน และการเลี้ยงระยะตัวเต็มวัยของผีเสื้อข้าวสาร ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตไข่เพียงพอต่อการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp.

วิธีการศึกษา

1. การศึกษาขนาดภาชนะและอุณหภูมิต่อการเพาะเลี้ยงระยะหนอนผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica*

อบรำละเอียดด้วยอลูมิเนียมฟอสไฟด์นาน 7 วัน ตักรำละเอียดใส่กล่องที่มีขนาด 20x30x10 ซม^3. (1 เท่า), 40x60x20 ซม^3. (2 เท่า) และ 60x90x30 ซม^3. (3 เท่า) ต่อปริมาณรำละเอียด 1, 2 และ 3 กก. ตามลำดับ และใช้ปริมาณไข่ผีเสื้อข้าวสาร 0.1, 0.2 และ 0.3 ก. (0.1 ก. = 2,097.2±31.41 ฟอง) ต่อภาชนะเลี้ยงทั้ง 3 ขนาด ทดลองจำนวน 5 ซ้ำ หลังจากนั้นนำไปเลี้ยงในห้องเลี้ยงที่อุณหภูมิควบคุม 25±2°C เปรียบเทียบกับอุณหภูมิห้อง 28±2°C บันทึกข้อมูล น้ำหนักดักแด้ จำนวนตัวเต็มวัย จำนวนไข่ และน้ำหนักไข่

2. การศึกษาปริมาณระยะตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* ต่อถุง

ดูดตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารด้วยเครื่องดูด จำนวน 500 ตัวต่อขนาดถุงตาข่าย 35x40 ซม^2. (1 เท่า) และ 1,000 ตัวต่อขนาดถุงตาข่าย 70x80 ซม^2. (2 เท่า) ตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารที่เก็บใส่ถุงตาข่ายใช้สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:1 มัดปากถุงตาข่ายด้วยหนังยาง แล้วแขวนบนชั้นเลี้ยงตัวเต็มวัยที่ปิดด้วยผ้าตาข่ายทั้งสี่ด้าน รองรับไข่ผีเสื้อข้าวสารด้วยกล่องพลาสติก เก็บไข่ทุกวันเป็นเวลา 4 วัน บันทึกปริมาณไข่และน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ได้ทุกวัน และนับปริมาณจากไข่ 0.1 กรัม ดำเนินการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ

3. การศึกษาสภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica*

อบรำละเอียดด้วยอลูมิเนียมฟอสไฟด์นาน 7 วัน ตักรำละเอียด 1 กก. ใส่ในกล่องเลี้ยงขนาด 20x30x10 ซม^3. และโรยไข่ผีเสื้อข้าวสาร 0.1 ก. จำนวน 20 ซ้ำ นำไปเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 25±2 ºC เริ่มเก็บตัวเต็มวัยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ของการฟัก ดูดตัวเต็มวัยใส่ในถุงตาข่ายขนาด 35x40 ซม^2. เก็บตัวเต็มวัยจำนวน 500 ตัว/ถุง และเก็บตัวเต็มวัยทุกวันจนหมดเป็นเวลา 33 วัน ผีเสื้อข้าวสาร 1 ถุง เก็บไข่นาน 3 วัน บันทึกน้ำหนักไข่ผีเสื้อที่ได้ทุกวัน ในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บตัวเต็มวัยสุ่มชั่งน้ำหนักดักแด้จำนวน 10 ตัว/ซ้ำ บันทึกข้อมูลจำนวนตัวเต็มวัยที่ฟัก จำนวนเพศผู้ เพศเมีย สัดส่วนเพศ น้ำหนักดักแด้ และน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสาร

4. การศึกษาการเบียนของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ต่อไข่ผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica*

นำไข่ผีเสื้อข้าวสารจากข้อที่ 3 ที่เก็บในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ให้แตนเบียนไข่เบียนทุกวัน นาน 7 วัน โดยโรยไข่ผีเสื้อข้าวสาร 2,000 ฟอง ลงบนกระดาษขนาด 2x2 ที่ทากาว หลังจากนั้นนำแผ่นไข่ไปผ่านแสงยูวีนาน 15 นาที และนำแผ่นไข่ใส่หลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 ซม. ยาว 15 ซม. และใส่แผ่นพ่อแม่พันธุ์แตนเบียน 1 แผ่นต่อหลอด ให้แตนเบียนไข่เบียนที่อุณหภูมิ 25±2 ºC ทำการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การฟัก การเบียน และสัดส่วนเพศ

5. การประเมินค่าใช้จ่ายการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารและการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

การประเมินค่าใช้จ่ายการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารและการผลิตแตนเบียนไข่ จากการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารในสภาพที่เหมาะสมจำนวน 40 กล่อง/รอบการผลิต เพื่อหาข้อมูลน้ำหนักไข่จากการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร ในการนำมาคิดต้นทุน ค่าใช้จ่ายของการผลิตผีเสื้อข้าวสารต่อรอบการผลิต เมื่อได้ราคาน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสารต่อกรัม นำมาคิดต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตแตนเบียนไข่ 170 แผ่น/รอบการผลิต และจะได้ราคาต่อแผ่นของแตนเบียนไข่ การคำนวณต้นทุนการผลิตแบ่งออกเป็นต้นทุนที่เป็นเงินสด และไม่เป็นเงินสด ได้แก่ ต้นทุนคงที่, (ค่าเสื่อมทรัพย์สิน และอุปกรณ์) ต้นทุนผันแปร (ค่าวัสดุการเพาะเลี้ยง และค่าน้ำค่าไฟ) และค่าแรงงาน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SAS (Statistical Analysis System) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Test ที่ 95% ($P \leq 0.05$) และ 99% ($P<0.01$)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. การศึกษาขนาดภาชนะและอุณหภูมิต่อการเพาะเลี้ยงระยะหนอนผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica*

พัฒนาการระยะหนอนผีเสื้อข้าวสารที่เลี้ยงในสภาพห้องที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน 2 อุณหภูมิ พบว่า น้ำหนักดักแด้ในทุกขนาดกล่องที่ใช้เลี้ยงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Wadaskar et al. (2015) เลี้ยง ที่อุณหภูมิ 20, 25, 30 และ 35ºC ต่อน้ำหนักของดักแด้ ผีเสื้อข้าวสาร พบว่า อุณหภูมิ 25 และ 30ºC มีน้ำหนักดักแด้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ได้จากการเลี้ยงในอุณหภูมิที่25±2ºC มีน้ำหนักไข่มากกว่า ที่อุณหภูมิ 28±2ºC อย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกขนาดกล่อง (Table 2) สอดคล้องกับวินิภา (2556) พบว่าอุณหภูมิ 25ºC ตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้มากที่สุด มากกว่าที่อุณหภูมิ 30ºC และ 35 ºC อย่างมีความแตกต่างทางสถิติ

Table 1 Pupal weight of rice moth, *Corcyra cephalonica* rearing in three different box size under two temperature conditions.

Box size	Pupal weight (mg.)		F-test[1/]
(Fold)	28±2 °C	25±2 °C	
1	32.94±2.508	34.72±1.004	ns
2	35.48±4.996	37.73±2.740	ns
3	34.36±1.426	37.44±9.174	ns
F-test[1/]	ns[1/]	ns	

[1/] ns = not significant by DMRT 95%(P<0.05)

Table 2 Different biological parameter of *Corcyra cephalonica* rearing in three different box size under two temperature conditions.

Box size (Fold)	Number of adults/box[1/]			Egg weight (g.)/box[2/]			Number of eggs/box	
	28±2 °C	25±2 °C	CV (%)	28±2 °C	25±2 °C	CV (%)	28±2 °C	25±2 °C
	Mean±SD	Mean±SD		Mean±SD	Mean±SD		Mean	Mean
1	710.6±53.24 a[1/]	750±84.23 a	3.88	0.6382±0.02 b	2.1642±0.12 a	0.04	12,765.6	43,285.6
2	947.5±72.63 a	1,205±104.74 a	3.47	1.6351±0.08 b	5.3912±0.18 a	0.03	32,702	107,824
3	1434.8±84.19 b	3,424±170.93 a	6.54	2.7646±0.14 b	8.1098±0.26 a	0.41	55,292.8	162,196.8

[1/] /Mean in a row followed by the same letter do not differ significantly by DMRT 99% (P<0.01)

[2/] /Mean in a row followed by the same letter do not differ significantly by DMRT 95% (P<0.05)

2. การศึกษาปริมาณระยะตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* ต่อถุง

ตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารจำนวน 500 ตัวต่อถุงตาข่ายขนาด 35x40 ซม.^{2} การเก็บไข่วันที่ 1 มีน้ำหนักไข่มากที่สุด 1.70 ก. และมีจำนวนไข่ 33,985 ฟอง เมื่อเก็บไข่ครบ 4 วัน น้ำหนักไข่รวม 3.19 ก. ตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารจำนวน 1,000 ตัวต่อถุงตาข่ายขนาด 70x80 ซม.^{2} พบว่า การเก็บไข่วันที่ 1 มีน้ำหนักไข่มากที่สุด 2.34 ก. และมีจำนวนไข่ 46,772 ฟอง มีน้ำหนักไข่ที่ได้จากการเก็บ 4 วัน 4.65 ก. ซึ่งสอดคล้องกับ Majunath (2014) ทดสอบการวางไข่ของตัวเต็มวัยที่เก็บไข่นาน 4 วัน น้ำหนักไข่ที่ได้จากเก็บไข่วันที่ 1 มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่ของขนาดถุงตาข่าย 2 ขนาด พบว่าน้ำหนักไข่ที่เก็บได้จากการเก็บไข่นาน 4 วันมีจำนวนไข่เพิ่มเป็น 1.17-1.75 เท่า จะเห็นได้ว่าถุงตาข่ายขนาด 70x80 ซม.^{2} ยังไม่มีความเหมาะสมต่อจำนวนตัวเต็มวัย 1,000 ตัว ทำให้ได้น้ำหนักไข่น้อยกว่าถุงตาข่ายขนาด 35x40 ซม.^{2} (Table 3) เนื่องจากจำนวนประชากรของตัวเต็มวัยที่มีความหนาแน่นมากเกินไปส่งผลให้ปริมาณและน้ำหนักไข่ลดลง (Majunath, 2014)

Table 3 Egg weight and number of eggs of *Corcyra cephalonica* collected from two different size of nylon bag.

Date of egg collected	Egg weight (g.)		Number of eggs		Number of egg (Fold)
	35x40 cm.	70x80 cm.	35x40 cm.	70x80 cm.	35x40:70x80 cm.
1	1.70±0.20	2.34±0.52	33,985	46,772	1.38
2	0.76±0.11	1.33±0.24	15,187	26,538	1.75
3	0.49±0.09	0.70±0.14	9,808	14,016	1.43
4	0.24±0.03	0.28±0.07	4,713	5,500	1.17
Total	3.19	4.65	63,693	92,826	

3. การศึกษาสภาพที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica*

ในช่วง 5-20 วันของการเก็บตัวเต็มวัย มีการฟักของเพศผู้มากกว่าเพศเมีย โดยมีสัดส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ 0.23-0.88 และการฟักของเพศเมียเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่วันที่ 25 จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บ และมีสัดส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ 1.04-2.26 โดยวันที่ 25 มีน้ำหนักไข่รวมมากกว่าวันที่ 20 ถึง 2 เท่า และวันที่ 30 มีน้ำหนักไข่รวมมากที่สุด 60.01 ก. แสดงว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเก็บผีเสื้อข้าวสารเพื่อการผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารมากที่สุดคือ ช่วงวันที่ 20-30 ของการฟักของผีเสื้อข้าวสารตัวเต็มวัย (Table 4) จำนวนการฟักของตัวเต็มวัยเพศผู้ฟักมากที่สุดในวันที่ 21 ของการเก็บจำนวน 1,067 ตัว และเพศเมียฟักมากที่สุดวันที่ 23 จำนวน 1,120 ตัว (Figure 1) จึงควรมีการเก็บตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารในช่วงนี้เพื่อลดต้นทุนแรงงานในการเก็บตัวเต็มวัย ซึ่งไม่จำเป็นต้องเก็บตั้งแต่ช่วงแรกของการฟักของตัวเต็มวัย

Table 4 Number of adults and egg weight of *Corcyra cephalonica* collected from 5-33 days.

Date	Number of adults		Ratio	Egg weight	
	Male	Female	Female: Male	total (g.)	mg./adult
5	287	66	0.23	0.34	5.15
10	1,815	677	0.37	6.26	9.25
15	1,849	1,083	0.59	10.04	9.27
20	3,256	2,852	0.88	21.75	7.63
25	4,428	4,625	1.04	52.52	11.36
30	3,261	4,434	1.36	60.01	13.53
33	880	1989	2.26	15.20	7.64
Total	15,776	15,726	0.99	166.12	

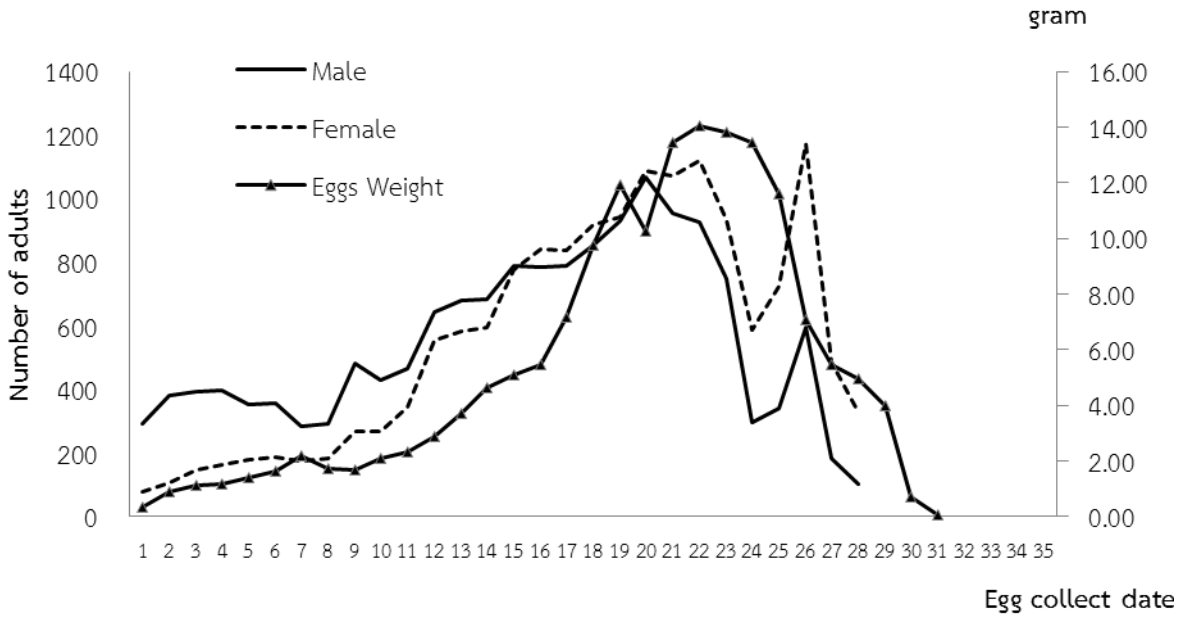


Figure 1 Number total of adults and egg weight of rice moth, *Corcyra cephalonica*

4. การศึกษาการเบียนของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ต่อไข่ผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica*

เมื่อนำไข่ผีเสื้อข้าวสารจากผลการทดลองข้อ 3 ให้แตนเบียนไข่เบียนนาน 7 วัน พบว่า แตนเบียนไข่สามารถเบียนไข่ได้มากกว่า 80%ทุกวัน และมีการเบียนเฉลี่ย 84.48% และการฟักเฉลี่ย 96.37% มีสัดส่วนเพศเมียต่อเพศผู้เฉลี่ย 2.3 (Table 5)

Table 5 Percentage parasitism and emergence of *Trichogramma* spp. on rice moth eggs.

Date	Parasitism (%)	Emergence (%)	Sex ratio
	Mean±SD	Mean ±SD	Female : male
1	84.35±0.99	96.93±0.59	2.3
2	84.36±2.12	96.81±0.80	2.1
3	84.04±1.21	97.63±0.60	2.5
4	83.30±1.67	95.54±1.60	2.2
5	84.57±2.22	96.31±0.80	2.1
6	86.02±2.40	95.85±1.54	2.7
7	84.75±2.12	95.52±1.30	2.2
Mean±SD	84.48±0.83	96.37±0.80	2.3

5. การประเมินค่าใช้จ่ายการเพาะเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารและการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

จากการคำนวณต้นทุนต่อรอบการผลิต พบว่า ใน 1 รุ่น มีต้นทุนในการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสาร 2,770.4 บาท และสามารถผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสาร ได้น้ำหนักประมาณ 332.24 ก. มีราคาไข่ผีเสื้อข้าวสาร 8.60 บาท/ก. และการผลิตแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. มีต้นทุนในการผลิตทั้งหมด 2,063.35 บาท และราคาแผ่นแตนเบียนไข่ 1 แผ่น เท่ากับ 12.14 บาท ซึ่งมีราคาถูกกว่าต้นทุนการผลิตแผ่นแตนเบียนไข่ของกระทรวงมหาดไทยและกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2559) ที่มีการคิดต้นทุนแบ่งเป็นค่าวัสดุอุปกรณ์ 12 บาท และค่าแรงงาน 3 บาท ทำให้มีราคาแผ่นแตนเบียนไข่แผ่นละ 15 บาท

สรุป

การเลี้ยงระยะหนอนผีเสื้อข้าวสารด้วยรำละเอียด 1 กก. ต่อไข่ผีเสื้อข้าวสาร 01 ก. ในภาชนะขนาด 20x30x10 ซม^3. ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นอุณหภูมิที่มีความเหมาะสม ทำให้หนอนเข้าดักแด้และฟักเป็นตัวเต็มวัยได้ดี และปริมาณน้ำหนักไข่ผีเสื้อข้าวสารมากกว่าการเลี้ยงในสภาพห้องที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ (28±2°C) ถุงตาข่ายขนาด 35x40 ซม^2. มีความเหมาะสมต่อจำนวนตัวเต็มวัย 500 ตัว ทำให้ตัวเต็มวัยสามารถวางไข่ได้ดี และช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บตัวเต็มวัยคือช่วงวันที่ 20-30 ของการฟักของตัวเต็มวัย และยังเป็นไข่ผีเสื้อข้าวสารที่แตนเบียนไข่ มีการเบียนและการฟักมากกว่า 80% และ 95% โดยมีต้นทุนการผลิตแผ่นแตนเบียนไข่ 1 แผ่น 12.14 บาท ดังนั้นการเลี้ยงผีเสื้อข้าวสารในสภาพที่เหมาะสมทั้งระยะหนอนและตัวเต็มวัยจะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตไข่ผีเสื้อข้าวสารได้เพียงพอ ต่อการนำไปใช้ผลิตแตนเบียนไข่เพื่อการควบคุมแมลงศัตรูได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กิตติยา สุขเสน. โสภณ อุไรชื่น และวิวัฒน์ เสือสะอาด. 2552. กระบวนการผลิตผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae). เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาพืช. หน้า 101-105.

กระทรวงมหาดไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. คู่มือการดำเนินงานตามแผนพัฒนาอาชีพเกษตรกรตามความต้องการของชุมชนเพื่อบรรเทาภัยแล้ง. หน้า 27

นุชรีย์ ศิริ, ทัศนีย์ แจ่มจรรยา,อโนทัย ภาระพรมราช, รัชนี คำอาษา, จิราภรณ์ เสวะนา,ปิยะวรรณ เผ่าพันธุ์, แ ล ะ ปิ ย ะ จันทร์หอมฟุ้ง. 2546. เทคนิคการเพาะเลี้ยงศัตรูธรรมชาติและการควบคุมหนอนกออ้อยโดย ชีววิธี. ใน : เอกสารประกอบการฝึกอบรม ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรทิพย์ วิสารทานนท์. 2548. แมลงที่พบในผลิตผลการเกษตรและการป้องกันกำจัด. เอกสารกรมวิชาการเกษตร. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลผลิตเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 156 หน้า

วินิภา ชาลีคาร. 2556. การพัฒนาการผลิตและการใช้ประโยชน์แตนเบียนไข่*Trichogramma* spp..วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถิต ปฐมรัตน์. 2544. แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. เทคนิคการเลี้ยงการขยายพันธุ์.เอกสารวิชาการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 78 หน้า.

Bhushan, S., R. P. Singh, and R. Shankar. 2012. Biopesticidal management of yellow stem borer (*Scirpophaga incertulas* Walker*)* in rice. The Bioscan. 7(2): 317-319.

Fand, B. B., S. S. Suroshe. and R. D. Gautam. 2013. Fortuitous biological control of insect pests and weeds: a critical review. The Bioscan. 8(1): 1-10.

Jones, R. E., J. R. Hart, and G. D. Bull. 1982. Temperature, size and egg production in the cabbage butterfly *Pieris rapae* L. Aust. J. Zool. 30: 223–232.

Majunath, T.M. 2013. A semi –automatic device for mass production of the rice moth, *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) and evaluation of certain biological and economic parameters to validate a protocol for commercial production. In : 13 th workshop of the IOBC global working group on MRQA. Bengaluru 560092, 6-8 November, pp. 17-18.

Majunath, T.M. 2014. A semi-automatic device for mass production of the rice moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lep.,Pyralidae), and evaluation of several biological and economic parameters to develop a package of practice for its commercial production. Journal of Biological Control. 28(2): 93–108.

Tammaru T., K. Ruohomakil. and M. Montola. 2000. Crowding induced plasticity in *Epirrita autumnata* (Lepidoptera: Geometridae): weak evidence of specific modifications in reaction norms. Oikos. 90: 171–181.

Wadaskar, P. S., D. M. Jethva., S. Vigneswaran. and N. S. Rode. 2015. Studies on effect of temperature and relative humidity on biology of rice moth *Corcyra cephalonica* (Stainton) under laboratory condition. The Bioscan. 9(1&2): 201-204.