

ผลของการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำต่อประสิทธิภาพของ
แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani
ในการควบคุมหนอนกออ้อย

Effects of Cold Storage on Efficiency of Egg
Parasitoid, *Trichogramma confusum* Viggiani
(Hymenoptera: Trichogrammatidae),
in Controlling Sugarcane Stem Borers

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ^{1/*} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{2/} จิราพร ตยุดิวิฏกุล^{2/} และเกียรติศักดิ์ เกิดสุข^{1/}
Weerathep Pongprasert^{1/*}, Sawai Buranapanichpan^{2/}, Jiraporn Tayutivutikul^{2/} and Kiattisak Kertsuk^{1/}

Abstract: Egg parasitoid *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) is an important natural enemy of sugarcane stem borers providing excellent control result worldwide. Currently, the demand of this egg parasitoid has been increased rapidly. However, the process of parasitoid production has been limited by many factors and the amount of egg parasitoid production could not be reached the demand related to those of pest in time. The prolonging storage life of egg parasitoid from high production period to supply the need of egg parasitoid at the appropriate time by slowing down its growth rate with low temperature condition was the significant way to improve the management program of sugarcane stem borers efficiently. Therefore, the effects of cold storage on the efficiency of egg parasitoid *T. confusum* to control sugarcane stem borers were carried out. The pupa of *T. confusum* were stored under temperature at 4 °C and 75±5 % RH for 12 weeks and part of them was removed out every week in order to evaluate their quality and efficiency of emerging

^{1/} ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

^{2/} ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

^{2/} Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

* Corresponding author: Tel.0-1917-9347, Fax. 0-5526-1986, E-mail address: weerathepp@yahoo.com

adults based on experiment using completely randomized design with 5 replications. *T. confusum* could be preserved under low temperature at 4 °C and 75±5 % RH for 1-6 weeks, since the high numbers of emerging adults were significantly found (60-89%) and efficiency of surviving adults was high; however, the effect on their sex ratio was not found.

Keywords: Egg parasitoid, *Trichogramma confusum*, sugarcane stem borer, cold storage

บทคัดย่อ: แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของหนอนกออ้อย แลให้ผลการควบคุมในระดับดีมากจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ในปัจจุบันความต้องการใช้แตนเบียนไข่ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนการผลิตแตนเบียนมีข้อจำกัดจากปัจจัยต่าง ๆ มากมาย ทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการและสอดคล้องกับปริมาณของศัตรูพืชได้ทันเวลา การยืดอายุการเก็บรักษาแตนเบียนไข่จากช่วงเวลาที่สามารถผลิตได้ในปริมาณมากไว้ภายใต้อุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการเจริญเติบโต จึงเป็นแนวทางที่ช่วยในการปรับปรุงวิธีการควบคุมหนอนกออ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงได้ดำเนินการศึกษาถึงผลกระทบของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่มีต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในการควบคุมไข่ของผีเสื้อหนอนกออ้อย โดยการเก็บรักษาดักแดแตนเบียนไข่ *T. confusum* ภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และทำการประเมินผลกระทบที่มีต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของตัวเต็มวัยทุกสัปดาห์ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 5 ซ้ำ จากนั้นทำการเปรียบเทียบคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียน จากผลการทดสอบพบว่า แตนเบียนไข่ *T. confusum* สามารถเก็บรักษาไว้ได้ภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 ถึง 6 สัปดาห์ โดยอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนไข่อยู่ในช่วงร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 89 ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ที่รอดชีวิตยังคงมีประสิทธิภาพสูง และการเก็บรักษาในเวลาดังกล่าวไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเพศ

คำสำคัญ: แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* หนอนกออ้อย การเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำ

คำนำ

หนอนกออ้อย หรือหนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อย เป็นแมลงศัตรูอ้อยที่ทำลายอ้อยได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ทำให้เกิดอาการยอดแห้ง (dead heart) ในระยะหน่อ ทำให้เกิดยอดตาย (dead top) ในระยะอ้อยโต และส่งผลให้อ้อยแตกแขนงเป็นพุ่ม (bunchy top) สร้างความเสียหาย ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยเป็นอย่างมาก รวมทั้งการป้องกันกำจัดกระทำได้อย่างที่สุด ในปี พ.ศ. 2543 พบว่ามีกระบาดของหนอนกออ้อยทั่วประเทศ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 777,028 ไร่ คิดเป็นมูลค่าความเสียหายมากกว่า 2,328 ล้านบาท (กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพด

และพืชไร่, 2544) การป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยมีหลายวิธี แต่วิธีการที่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยนิยมมากที่สุด คือ การใช้สารเคมีกำจัดแมลง เนื่องจากง่ายในการซื้อหา สะดวกรวดเร็ว และให้ผลการควบคุมที่ชัดเจน (เตื่อนจิตต์ และสาทร, 2535) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันรัฐบาลไทยมีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรลด การใช้สารเคมีทางการเกษตรในการผลิตพืช เพื่อปรับปรุงคุณภาพสินค้าเกษตรและอาหารของไทยให้อยู่ในระดับมาตรฐาน ดังนั้นวิธีการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งเป็นวิธีการควบคุมที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่ามีความปลอดภัยมาก ต่อสภาพแวดล้อมและมนุษย์ จึงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการควบคุมศัตรูพืช ในกรณีของการควบคุมหนอนกออ้อย

ได้มีการนำแตนเบียน *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ซึ่งเป็นแตนเบียนลงทำลายไข่ของผีเสื้อหนอนกออ้อยหลายชนิดมาใช้ประโยชน์ ซึ่งให้ผลการควบคุมเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และสามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงในแปลงอ้อยได้อย่างชัดเจน (ฐชาติ และคณะ, 2546) อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตแตนเบียนไข่ในปัจจุบัน ต้องเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ในการผลิตหลายขั้นตอน ตั้งแต่การผลิตไข่ของแมลงอาศัยให้เพียงพอ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการนำไข่แมลงอาศัยให้แตนเบียนลงเบียนสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ความสมบูรณ์ของแตนเบียนพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในการเบียน ไข่แมลงอาศัย ฯลฯ ซึ่งการจัดการให้ทุก ๆ ปัจจัยในแต่ละขั้นตอน ให้มีความสอดคล้องลงตัว เพื่อการผลิตแตนเบียนที่มีประสิทธิภาพในปริมาณมากอย่างเพียงพอ ท้นต่อความต้องการของเกษตรกรเป็นสิ่งที่ทำได้ลำบากมาก ด้วยข้อจำกัดของกระบวนการผลิต และการเร่งการผลิตให้ทันต่อความต้องการของเกษตรกร ทำให้เกิดปัญหาเรื่องคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียนลดลงอย่างมาก ส่งผลให้การควบคุมหนอนกออ้อยได้ผลลดลงในที่สุด แนวทางในการแก้ไขปัญหาการผลิตดังกล่าวสามารถกระทำได้โดยเก็บรักษาไข่ของแมลงอาศัยที่ถูกเบียนไว้ภายใต้สภาพอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อชะลอหรือหยุดการเจริญของแตนเบียนในระยะดักแด้ซึ่งยังอาศัยอยู่ในไข่ของแมลงอาศัย และทำให้ฟักขึ้นและเจริญต่อไปเป็นตัวเต็มวัยได้เมื่อต้องการนำมาใช้ประโยชน์โดยปรับสภาพอุณหภูมิให้สูงขึ้นอย่างเหมาะสม วิธีการนี้ประสบผลสำเร็จในการบริหารจัดการกระบวนการผลิตแตนเบียนของแมลงหลายชนิด (Boivin, 1994; Chang *et al.*, 1996) ในปัจจุบันจึงมีการศึกษาเทคนิควิธีการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. อย่างกว้างขวาง (Greenberg *et al.*, 1996; Ventura Garcia *et al.*, 2002; Tezze and Botto, 2004; Rundle *et al.*, 2004) แต่เนื่องจากแตนเบียนไข่ในวงศ์ Trichogrammatidae มีการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างมาก (Krishnamoorthy and Mani, 1999) ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาวิธีการเก็บรักษาและประสิทธิภาพของแตนเบียนในวงศ์นี้เป็นอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาวิธีการเก็บรักษา

กับคุณภาพ และประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่แต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่ยังคงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันและเพียงพอต่อการนำมาใช้ปรับปรุงแนวทางการควบคุมหนอนกออ้อยได้อย่างเหมาะสม จึงได้ดำเนินการศึกษาผลกระทบของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่มีต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในการควบคุมหนอนกออ้อยขึ้น เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. confusum* ภายใต้อุณหภูมิต่ำและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับแตนเบียนไข่ *T. confusum* สำหรับเป็นข้อมูลในการพัฒนาวิธีการการบริหารจัดการกระบวนการผลิตและการใช้ประโยชน์จากแตนเบียนไข่ *T. confusum* เพื่อควบคุมหนอนกออ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างแมลงเพื่อใช้ในการทดสอบ

ดำเนินการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์บริหารศัตรูพืชจังหวัดพิษณุโลก กรมส่งเสริมการเกษตร โดยใช้ไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) เป็นแมลงอาศัย นำไข่ผีเสื้อข้าวสารโรยบนกระดาษที่ทาขาวไว้ ให้ไข่เรียงเป็นชั้นเดียว จากนั้นนำแผ่นไข่มาผ่านแสงยูวีขนาด 30 วัตต์นาน 10 -15 นาที เพื่อไม่ให้ไข่ฟักเป็นตัวหนอน นำแผ่นไข่ดังกล่าวใส่ในกล่องพลาสติกสีเหลี่ยมขนาด 17x24x5 เซนติเมตร ปล่อยให้แตนเบียนไข่เป็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอัตราส่วนเพศเมีย 1 ตัว/ไข่ผีเสื้อข้าวสาร 20 ฟอง จากนั้นทำการตัดแผ่นไข่ที่ถูกแตนเบียนไข่เบียนแล้ว ให้มีขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร (ประมาณ 100 ฟองต่อแผ่นไข่ 1 แผ่น) ทำการตรวจการเจริญเติบโตของแตนเบียนไข่ด้วยการผ่าตัดไข่ผีเสื้อข้าวสารทุก ๆ วัน หลังจากแตนเบียนไข่เริ่มเบียน เพื่อให้ได้ระยะที่เป็นดักแด้อย่างสมบูรณ์สำหรับการทดสอบ

การประเมินประสิทธิภาพแตนเบียนไข่ *T. confusum*

เมื่อแตนเบียนไข่ *T. confusum* เข้าดักแด้แล้ว นำแผ่นไข่ดังกล่าวใส่ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่

จำนวน 1 แผ่นต่อหลอด เก็บหลอดทดลองไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 ± 5 เปอร์เซ็นต์ และมีดิสไนท์ ซึ่งอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิมาตรฐานในการเก็บรักษาดักแด้นเบียนไข่ *Trichogramma* spp. หลายชนิด เช่น *T. chilonis*, *T. evanescens*, *T. pintoi*, *T. cordubensis* (Greenberg et al., 1996; Jalali and Singh, 1992; Ventura Garcia et al., 2002) จากนั้นทำการประเมินประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ

การประเมินประสิทธิภาพ อัตราการฟักออกจากดักแด้นเบียน และความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum*

เมื่อครบระยะเวลาการเก็บรักษาแตนเบียนตามที่กำหนด ทำการสุ่มเลือกหลอดทดลอง จำนวน 5 หลอด นับจำนวนไข่ฝักเชื้อข้าวสารที่ถูกเบียนบนแผ่นไข่แต่ละแผ่น จากนั้นนำหลอดทดลองใส่ลงในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาด $17 \times 24 \times 5$ เซนติเมตร เก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ฟักเป็นตัวเต็มวัยได้ดีที่สุด (สุภาพรและคณะ, 2548) ทำการตรวจนับจำนวนแตนเบียนไข่ที่ฟักออกจากดักแด้นทุก ๆ วัน เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยเก็บบันทึกข้อมูล จำนวนแตนเบียนไข่ตัวเต็มวัยที่ฟักออกมาทั้งหมด, จำนวนเพศผู้ - เพศเมีย และจำนวนตัวเต็มวัยที่ผิดปกติ (ปีกบิดเบี้ยว)

การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ของแตนเบียนไข่ *T. confusum*

ทำการสุ่มเลือกตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 20 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 10 ตัว นำแตนเบียนวางลงในกล่องพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร สูง 28 เซนติเมตร รอบ ๆ กล่องปิดด้วยกระดาษสีดำ บริเวณฝาปิดด้านบนเจาะรูวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เพื่อให้แสงส่องผ่านได้ ปิด

รูกล่องพลาสติกด้วย Petri dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งด้านในทากาวไว้ และให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟขนาด 50 วัตต์ การทดสอบดังกล่าว ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Dutton and Bigler (1995) จากนั้นทำการบันทึกข้อมูล แตนเบียนไข่ที่บินขึ้นมาติดกาวภายใน Petri dish หลังการปลดปล่อยเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

การทดสอบประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนไข่ *T. confusum*

สุ่มเลือกตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 1 คู่ นำแตนเบียนใส่ลงใน Petri dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่มีแผ่นไข่ฝักเชื้อข้าวสารขนาด 0.5×0.5 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น (มีไข่ฝักเชื้อข้าวสารประมาณ 100 ฟอง) และให้ล่ำลือบนน้ำผึ้ง 10 เปอร์เซ็นต์เป็นอาหาร ปล่อยให้แตนเบียนเบียนเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำแตนเบียนออก หลังจากนั้น 5 วันไข่ที่ถูกเบียนจะเป็นสีดำ ทำการบันทึกข้อมูล อัตราการเบียนของแตนเบียนไข่ และการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่น F1

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) และประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของแตนเบียนไข่ภายในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีการของ Tezze and Botto (2004) ด้วยสมการ

$$AE = [E - (E \times D)] \times M$$

โดย AE คือ ผลรวมประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่

E คือ อัตราส่วนการฟักออกจากดักแด้นของแตนเบียน

D คือ อัตราส่วนความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียน

M คือ อัตราส่วนความสามารถในการเคลื่อนที่ของแตนเบียน

ผลการทดลอง

การประเมินประสิทธิภาพ อัตราการฟักออกจากดักแด้ อัตราส่วนเพศ และความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum*

การประเมินประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำ ก่อนการทดลองได้ทำการตรวจนับจำนวนไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ถูกเบียนบนแผ่นไข่ขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร พบว่า แผ่นไข่ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด จำนวน 65 แผ่น มีจำนวนไข่ที่ถูกเบียนอยู่ในช่วง 93 – 104 ฟอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100.03 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบด้วยวิธี T - test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$)

อัตราการฟักออกจากดักแด้ของแตนเบียนไข่ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยมีอัตราการฟักลดลงสูงสุดในช่วงระหว่าง 6-7 สัปดาห์ (37.30%) ค่าเฉลี่ยการฟักของแตนเบียนตลอดการทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 4.13 – 88.57 และ อัตราการฟักสูงสุดที่การเก็บรักษาระยะเวลา 1-2 สัปดาห์แรก ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับอัตราการฟักในสภาพปกติ (ภาพที่ 1) อัตราการฟักต่ำกว่า ร้อยละ 50 พบหลังจากเก็บรักษาไว้นานเกินกว่า 6 สัปดาห์ เป็นต้นไป

ค่าเฉลี่ยการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนไข่ *T. confusum* มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยค่าเฉลี่ยการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของเพศผู้อยู่ในช่วงร้อยละ 16.53 – 53.88 โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 1, 2, และ 6 สัปดาห์ มีอัตราการเจริญเป็นเพศผู้ที่สูงกว่าร้อยละ 50 ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากที่พบในสภาพปกติทั่วไป ยกเว้นการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์เท่านั้นที่มีค่าต่ำกว่าในสภาพปกติมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.53 เท่านั้นส่วนการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของเพศเมีย อยู่ในช่วงร้อยละ 46.12 – 83.47 โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่พบว่ามีอัตราการเจริญเป็นเพศเมียสูงสุด คือ การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.47 ส่วนการเก็บรักษาที่ระยะเวลาอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเป็นเพศเมียไม่มีความแตกต่างกับอัตราการเจริญเป็นตัวเต็มวัยเพศเมียในสภาพปกติ (ภาพที่ 2)

ความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่เกิดขึ้นจากการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ สังเกตได้ชัดเจนที่สุด คือสภาพของปีกที่บิดเบี้ยวผิดปกติ โดยค่าเฉลี่ยตัวเต็มวัยของแตนเบียนที่มีปีกผิดปกติอยู่ในช่วงร้อยละ 9.58 – 69.33 เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยแตนเบียนที่เก็บรักษาที่ระยะเวลา 1 และ 2 สัปดาห์ มีปีกผิดปกติในระดับที่ไม่มี ความแตกต่างกับสภาพแตนเบียนปกติ ส่วนระยะเวลาเก็บรักษา 12 สัปดาห์ พบแตนเบียนที่มีความผิดปกติของปีกสูงที่สุด (ภาพที่ 3)

การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ของแตนเบียนไข่ *T. confusum*

ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* เพศผู้และเพศเมีย ที่ฟักออกจากดักแด้และมีสภาพสมบูรณ์ มีความสามารถในการเคลื่อนที่เข้าหาแสงไฟได้เฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.00 – 77.00 และความสามารถในการเคลื่อนที่เข้าหาแสงสูงสุดที่การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1 และ 2 สัปดาห์ ซึ่งไม่แตกต่างจากสภาพปกติของแตนเบียนไข่ และความสามารถนี้ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยช่วงเวลาที่ลดลงสูงสุด คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ (ภาพที่ 4)

การทดสอบประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนไข่ *T. confusum*

ประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนไข่ *T. confusum* บนไข่ของผีเสื้อข้าวสารมีค่าเฉลี่ยการเบียนอยู่ในช่วง 0.20 – 25.80 ฟองต่อแตนเบียนเพศเมีย 1 ตัว โดยประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งประสิทธิภาพการเบียนลดลงอย่างช้า ๆ ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 1 -6 สัปดาห์ และเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วหลังเก็บรักษาที่ 7 สัปดาห์ เป็นต้นไป อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1, 2 และ 3 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยการเบียนไม่แตกต่างกับการเบียนของแตนเบียนในสภาพปกติ (ภาพที่ 5)

อัตราการฟักออกจากดักแด้ของลูกรุ่น F1 ของแตนเบียนไข่ *T. confusum* มีค่าเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 0.00 – 92.90 โดยประสิทธิภาพการฟักของแตนเบียนลดลง

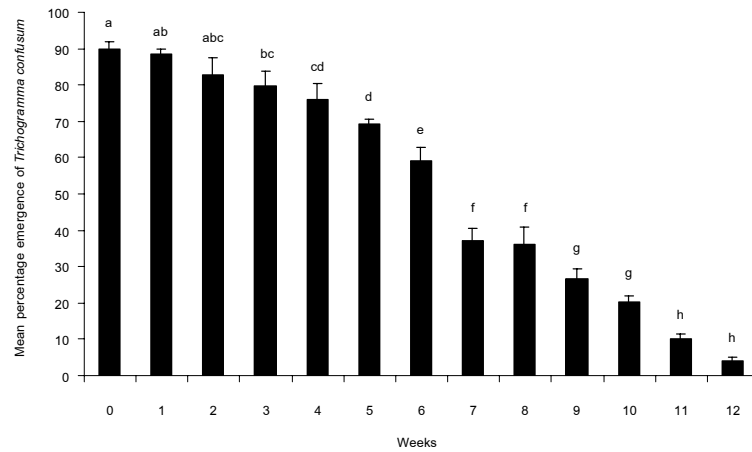


Figure 1 Shows mean percentage emergence of *Trichogramma confusum* (Mean $\pm$ SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value $\geq$ 0.05).

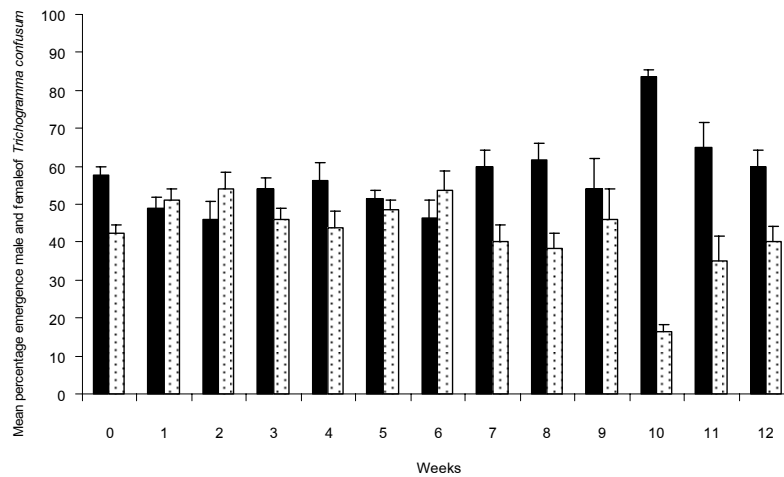


Figure 2 Shows mean percentage emergence male and female of *Trichogramma confusum* (Mean $\pm$ SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value $\geq$ 0.05);
 ■ = female, □ = male

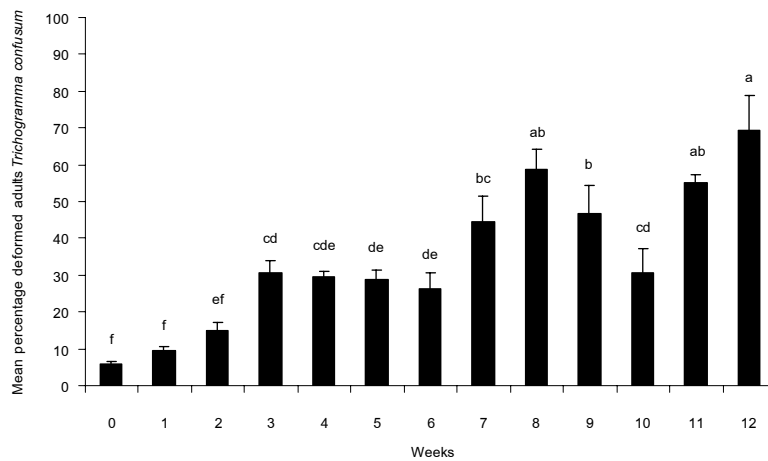


Figure 3 Shows mean percentage deformed adults of *Trichogramma confusum* (Mean±SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value ≥ 0.05).

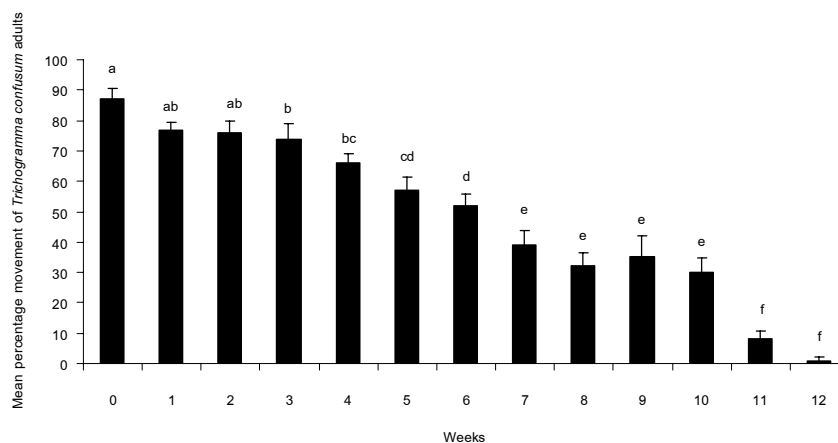


Figure 4 Shows mean percentage movement of *Trichogramma confusum* adults (Mean±SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value ≥ 0.05).

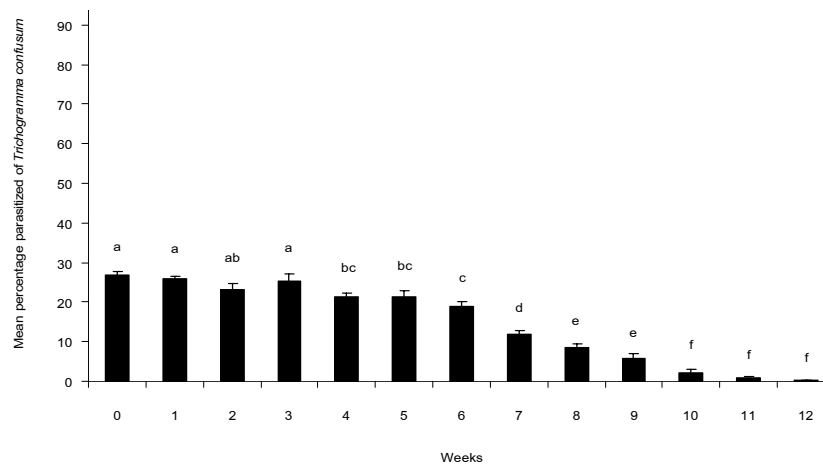


Figure 5 Shows mean percentage parasitized of *Trichogramma confusum* on (Mean±SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value $\geq$ 0.05).

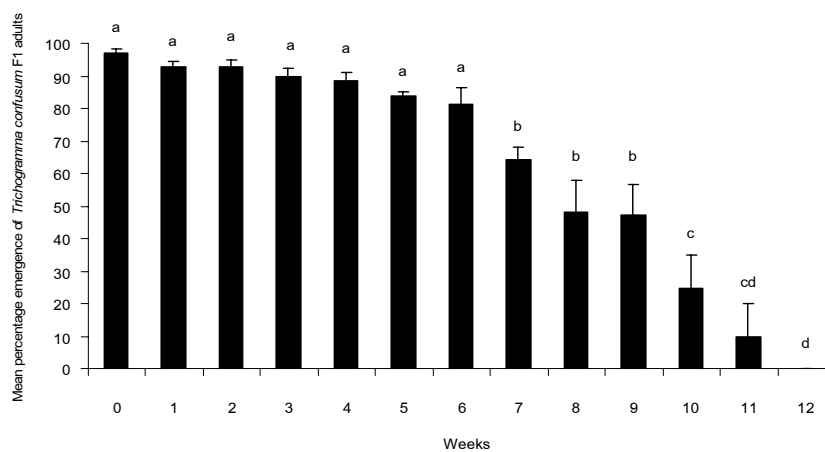


Figure 6 Shows mean percentage emergence of *Trichogramma confusum* F1 adults (Mean±SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value $\geq$ 0.05).

อย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในช่วงเวลาการเก็บรักษาที่ 1 ถึง 6 สัปดาห์ เกิดการลดลงอย่างช้า ๆ ในระดับที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วหลังระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 สัปดาห์ เป็นต้นไป (ภาพที่ 6)

การประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของ *T. confusum*

การประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการของ Tezze and Botto (2004) พบว่า ผลรวมประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ อยู่ในช่วง 0.00 – 0.62 ซึ่งเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีผลรวมสูงที่สุด อย่างไรก็ตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนของประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่นั้นแรงที่สุดคือ 7 สัปดาห์ ลดลงจากระยะ 6 สัปดาห์ถึงร้อยละ 65.22 (ภาพที่ 7)

วิจารณ์

การเก็บรักษาด้กแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อชะลอการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนนั้นมีการศึกษาในหลายลักษณะ ทั้งระยะของแตนเบียนที่ใช้เก็บรักษา ระดับของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ระยะเวลาที่เก็บรักษา ฯลฯ ซึ่งผลที่ได้รับแตกต่างกันไปตามชนิดของแตนเบียน และสภาพแวดล้อม โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นกับแตนเบียน คือ อัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัย อัตราส่วนเพศ ความผิดปกติของตัวเต็มวัย พฤติกรรมการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม การเบียน รวมทั้งผลกระทบที่มีต่อลูกรุ่นต่อไป อย่างไรก็ตามผลการทดลองในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าแตนเบียนไข่ *T. confusum* สามารถเก็บรักษาไว้ได้ภายใต้อุณหภูมิต่ำ เช่นเดียวกับการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ในวงศ์ Trichogrammatidae หลายชนิด เช่น *T. chilonis*, *T. evanescens*, *T. cordubensis* และ *T. nerudai* (Jalali and Singh, 1992; Greenberg et al., 1996; Ventura Garcia et al., 2002; Tezze and Botto, 2004)

แมลงที่มีวงจรชีวิตแบบสมบูรณ์ที่ประกอบด้วยระยะไข่ หนอน ดักแด้และตัวเต็มวัยนั้น ระยะไข่และดักแด้

เป็นระยะที่ไม่มีกิจกรรมในการเคลื่อนที่ การกิน การขับถ่าย ฯลฯ จึงทำให้แมลงมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี แมลงหลายชนิดใช้ระยะดังกล่าวเพื่อพักตัวอยู่ข้ามฤดูกาลที่ไม่เหมาะสำหรับการดำรงชีพ (Schowalter, 2000) ในกรณีของแตนเบียนไข่ ในวงศ์ Trichogrammatidae ก็เช่นเดียวกัน ระยะของแตนเบียนมีความเหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเพื่อยืดอายุของแตนเบียนก็คือ ระยะไข่ และดักแด้ แต่เนื่องจากไข่ของแตนเบียนมีขนาดเล็กมาก ยากต่อการจัดการและตรวจสอบคัดเลือก ดังนั้นระยะดักแด้จึงเป็นระยะที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางสำหรับใช้เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำมากที่สุด (Lopez and Morrison, 1980)

ระดับของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาแตนเบียนไข่โดยทั่วไปมักใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอเมตาโบลิซึมหรือการเจริญเติบโตของแตนเบียนให้ช้าลง สามารถยืดอายุแตนเบียนให้ยาวนานขึ้นหลายสัปดาห์ (Jalali and Singh, 1992) อย่างไรก็ตาม ระดับอุณหภูมิที่สูงกว่ามักมีผลทำให้อัตราการฟักออกจากดักแด้ต่ำลง เช่น อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. cordubensis* ได้นานถึง 8 สัปดาห์ แต่ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้เพียง 4 สัปดาห์ (Ventura Garcia et al., 2002) ในขณะที่อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. nerudai* อยู่ที่ 4 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาแตนเบียนได้นานถึง 50 วัน (Tezze and Botto, 2004) สำหรับแตนเบียนไข่ *T. confusum* นั้นพบว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสสามารถเก็บได้นานไม่เกิน 2 สัปดาห์ และหากเก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีผลทำให้อัตราการฟักออกจากดักแด้ของแตนเบียนไข่ลดลงเหลือร้อยละ 52.80 (รัตนาลและคณะ, 2538) อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองในครั้งนี้ที่ใช้อุณหภูมิต่ำลงถึงระดับ 4 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในระยะดักแด้ได้นานถึง 6 สัปดาห์ หรือ 42 วัน ใกล้เคียงกับกรณีของแตนเบียนไข่ *T. nerudai* และสามารถชะลอการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนได้เป็นอย่างดี แม้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นกับคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งในส่วนของอัตราการฟักออกจากดักแด้ ความผิดปกติ

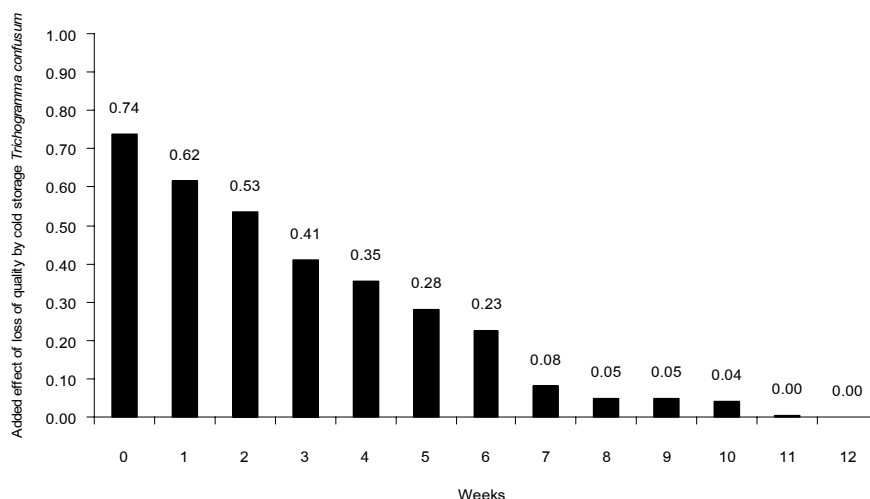


Figure 7 Shows added effect of loss of quality by cold storage *Trichogramma confusum* in each week after preserved at 4°C.

ของตัวเต็มวัย ความสามารถในการเคลื่อนที่เข้าหาแสงไฟ และประสิทธิภาพการเบียน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากแตนเบียนไข่ไม่สามารถทนทานต่อการเก็บรักษาได้นาน ๆ (Zhu *et al.*, 1992) แต่ในระยะ 6 สัปดาห์ หรือ 42 วัน นั้นคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ยังอยู่ในระดับที่ไม่รุนแรง หรือมีความแตกต่างจากสภาพปกติของแตนเบียนน้อยมาก ซึ่งสามารถดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพของแตนเบียนได้ด้วยเทคนิคของรูปแบบและจำนวนของแตนเบียนที่ใช้ในการปลดปล่อยเพื่อควบคุมศัตรูพืชได้

อัตราส่วนเพศของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ คือ เพศเมียสูงกว่าเพศผู้ 1.5 เท่า ซึ่งเป็นสัดส่วนปกติที่พบในแตนเบียนไข่ชนิดนี้ ดังนั้นการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำไม่มีผลกระทบต่ออัตราส่วนเพศของแตนเบียน เนื่องจากเพศของแมลงได้ถูกกำหนดตั้งแต่วัยปฏิสนธิแล้ว วิธีการดังกล่าวเป็นการหยุดกระบวนการพัฒนาตัวอ่อนของแตนเบียนในระยะดักแด้ซึ่งแมลงมีเพศชัดเจนแล้ว ให้คงสภาพอยู่เช่นเดิมไม่มีการเจริญเติบโตในช่วงเวลาดังกล่าว อัตราส่วนของเพศแมลงจึงไม่เปลี่ยนแปลง (Zaslavski and Umarova, 1990) ส่วนปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราส่วนเพศของแตนเบียนได้แก่ ความสมบูรณ์พันธุ์ของเพศเมีย ความสมบูรณ์ของแมลงอาศัย และสัดส่วนของแมลงอาศัยต่อแตนเบียนเพศ

เมีย เป็นต้น (Pompanon and Bouletreau, 1997) ผลกระทบของการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำแสดงผลต่อเนื่องถึงแตนเบียนรุ่นลูกถัดไป (F1) ได้เช่นกันหากระยะเวลาในการเก็บรักษานานเกินระดับความทนทานของแตนเบียน (Zhu *et al.*, 1992) อย่างไรก็ตามผลกระทบดังกล่าวเกิดขึ้นน้อยมากสำหรับดักแด้แตนเบียนที่เก็บรักษาในช่วงระยะเวลา 1 ถึง 6 สัปดาห์ โดยให้อัตราการฟักออกจากดักแด้ของรุ่นลูก F1 สูงกว่าร้อยละ 80 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับอัตราการฟักในสภาพปกติของแตนเบียน สภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนั้นสามารถเปรียบเหมือนเครื่องมือที่ใช้สร้างแรงกดดันจำลองจากธรรมชาติเพื่อคัดเลือกแตนเบียนเพศผู้และเพศเมียที่มีความแข็งแรง สมบูรณ์ เท่านั้นที่สามารถรอดชีวิตได้ในระดับหนึ่ง และเป็นแนวทางสำหรับใช้ในการคัดเลือกแมลงชนิดอื่น ๆ ได้

นอกจากนี้ ความแตกต่างของช่วงระยะเวลาของการตรวจสอบในแต่ละระยะมีผลต่อความต่อเนื่องของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแตนเบียนได้ การประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ตลอดระยะเวลาการทดลองนี้ดำเนินการทุกสัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพของแตนเบียนมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 1 ถึง 6 สัปดาห์ และลดลงอย่างมากในสัปดาห์ที่ 7 หลังจากนั้น

จึงอยู่ในระดับคงที่สม่ำเสมอ ซึ่งอัตราการลดลงเปลี่ยนแปลงแตกต่างกับการทดลองของ Jalali and Singh (1992) และ Tezze and Botto (2004) ที่ใช้ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลนานกว่า คือ ทุก ๆ 25 วัน เล็กน้อย แต่ผลยังเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

สรุป

การเก็บรักษาด้กแด่แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* ภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ เพื่อศึกษาถึงระยะเวลาที่เหมาะสม และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาด้กแด่แตนเบียนไข่ คือ ระยะเวลาไม่เกิน 6 สัปดาห์ หรือ 42 วัน ซึ่งมีผลกระทบน้อยมากต่ออัตราการฟักออกจากด้กแด่และประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ และไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเพศของตัวเต็มวัย หากทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิดังกล่าวระยะเวลามากกว่า 6 สัปดาห์ มีผลทำให้อัตราการฟักออกจากด้กแด่ และประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ลดลงอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถช่วยในการวางแผนการดำเนินการปลดปล่อยแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่มีประสิทธิภาพและมีปริมาณมากเพียงพอเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพของปัจจัยเกื้อหนุนต่าง ๆ เช่น สถานที่ทำการปลดปล่อย สภาพภูมิอากาศ ช่วงเวลาที่เหมาะสม ปริมาณและคุณภาพของศัตรูธรรมชาติ เป็นต้น (บรรพต, 2525) เพื่อให้แตนเบียนสามารถตั้งรกรากขยายพันธุ์ได้ในสภาพธรรมชาติ และสามารถควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูอ้อยได้อย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้จัดสรรงบประมาณให้สำหรับการดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ และศูนย์บริหารศัตรูพืชจังหวัดพิษณุโลก กรมส่งเสริม

การเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* ทำให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จตามเป้าประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่. 2544. แมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยคั้นน้ำ และการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่น ๆ กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ชูชาติ หมวกละมัย วิน เขียวหมู บรรลุ เอี่ยมศรี และแสวง ปัญญาธิกุล. 2546. แนวทางการใช้แตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา (*Trichogramma* sp.) เพื่อควบคุมหนอนกออ้อย: กรณีศึกษา ตำบลทับยายเชียง อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์ และ สาทร สิริสิงห์. 2535. หลักการบริหารแมลงศัตรูพืช. หน้า 12-21. ใน: สุวัฒน์ รวยอารีย์ (ผู้รวบรวม). แมลงและศัตรูศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2525. การควบคุมแมลงศัตรูพืชและวัชพืชโดยชีววิธี. เอกสารพิเศษฉบับที่ 5. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- รัตนานะพงษ์ สถิตย์ ปฐมรัตน์ และ พิมลพร นันทะ. 2538. อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บด้กแด่แตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. เพื่อชะลอการฟัก. วารสารกัญและสัตววิทยา 17(4): 228-234.
- สุภาพร รัตนราสี นุชรีย์ ศิริ และ ทศนีย์ แจ่มจรรยา. 2548. ผลของอุณหภูมิต่อการฟักของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. ในสภาพควบคุมและสภาพไร่. ใน: รายงานผลงานวิชาการประจำปี

2548. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Boivin, G. 1994. Overwintering strategies of egg parasitoids. pp. 219-244. In: E. Wajnberg and S.A. Hassan (eds.). Biological Control with Egg Parasitoids. CAB International, Wallingford.
- Chang, Y. F., M.J. Tauber and C.A. Tauber. 1996. Reproduction and quality of F1 offspring in *Chrysoperla carnea*: differential influence of quiescence, artificially-induced diapause and natural diapause. Journal of Insect Physiology 42: 521-528.
- Dutton, A. and F. Bigler. 1995. Flight activity assessment of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in laboratory and field conditions. Entomophaga 40(2): 223-233.
- Greenberg, S.M., D.A. Nordlund, and E.G. King. 1996. Mass production of *Trichogramma* spp.: experiences in the former Soviet Union, China, the United States and Western Europe. Biocontrol News Information 17(3): 51-60.
- 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.
- Krishnamoorthy, A. and M. Mani. 1999. Effect of low temperatures on the development and survival of *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja. Insect Environment 5(2): 78.
- Lopez, J.D. and R.K. Morrison. 1980. Overwintering of *Trichogramma pretiosum* in central Texas. Environmental Entomology 9: 75-78.
- Pompanon, F. and M. Bouletreau. 1997. Effect of diapause and developmental host species on the circadian locomotor activity rhythm of *Trichogramma brassicae* females. Entomologia Experimentalis et Applicata 82: 231-234.
- 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. Journal of Economic Entomology 97(2): 213-221.
- Schowalter, T.D. 2000. Insect Ecology: An Ecosystem Approach. Academic press, San Diego.
- Tezze, A.A. and E.N. Botto. 2004. Effect of cold storage on the biological quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biological Control 30: 11-16.
- Ventura Garcia, P., E. Wajnberg, J. Pizzol and M.L.M. Oliveira. 2002. Diapause in the egg parasitoid *Trichogramma cordubensis*: role of temperature. Journal of Insect Physiology 48: 349-355.
- Zaslavski, V.A. and T.Y. Umarova. 1990. Environmental and endogenous control of diapause in *Trichogramma* species. Entomophaga 35: 23-29.
- Zhu, D., M. Zhang and L. Li. 1992. Study on diapause and cold storage of *Trichogramma evanescens* Westwood. Natural Enemies of Insects 14(4): 173-186.