

ผลของอุณหภูมิและวิธีการเก็บรักษาต่อแตนเบียนไข่, *Trichogramma* spp.

Effect of Temperature and Storage Methods on Egg Parasitoid, *Trichogramma* spp.

เสาวภา ป้อมโล่ห์¹ และ นุชรีย์ ศิริ^{1,2*}

Saowapa Ponglo¹ and Nutcharee Siri^{1,2*}

บทคัดย่อ: แตนเบียนไข่, *Trichogramma* spp. เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญที่สามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชในกลุ่มผีเสื้อมากกว่า 200 ชนิด ซึ่งการผลิตแตนเบียนไข่ให้เพียงพอต่อการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ต้องมีวิธีการเก็บรักษา เพื่อการวางแผนการผลิตแตนเบียนไข่ ซึ่งการเก็บรักษาด้วยวิธีและอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้อายุการเก็บรักษาแตนเบียนได้นานขึ้น จากการเปรียบเทียบ 2 วิธีการ คือ การไม่ห่อ และห่อด้กัแต่แตนเบียนด้วยกระดาษทึบ 2 ชั้น แล้วใส่กล่องพลาสติกและใส่ในถุงซิปลาสติก เก็บรักษาที่ $5\pm 1^{\circ}\text{C}$, $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ และ $12\pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 1-9 สัปดาห์ ทดสอบกับด้กัแต่อายุ 1, 2 และ 3 วัน พบว่า การเก็บรักษาดักด้แต่แตนเบียนไข่อายุ 1 และ 2 วัน นาน 1-3 สัปดาห์ มีการฟักได้มากกว่า 80% ในทุกอุณหภูมิและทุกวิธีการ หลังจาก 4 และ 5 สัปดาห์ มีเพียงการเก็บรักษาดักด้แต่อายุ 1 วันที่ $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ เท่านั้นที่มีการฟัก (70-63 %) สูงกว่า วิธีการอื่นๆ และหลังการเก็บรักษานาน 6-9 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีมีการฟักเป็นตัวเต็มวัยน้อยกว่า 50 % ส่วนความไม่สมบูรณ์ของตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และเมื่อนำแตนเบียนไข่มาเบียนไข่ผีเสื้อข้าวสาร พบว่า มีเฉพาะการเก็บรักษานาน 1 สัปดาห์จากทุกกรรมวิธี มีปริมาณการเบียนมากที่สุด 28.50- 23.41 ฟอง/วัน ไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีควบคุม

คำสำคัญ: แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp., การเก็บรักษา

ABSTRACT: The egg parasitoid, *Trichogramma* spp. is the important natural enemies for controlling more than 200 lepidopterous pest species. The storage is advantageous for the production of egg parasitoid for sufficient supply for biological control program. Hence, production plan of the egg parasitoid required the appropriate storage methods and temperatures to increase the shelf-life of the parasitoid. Two different methods were compared between unwrapped and wrapped pupal parasitoid in 2 layers of tissue paper, placed in a plastic box with cover and put in a zipper plastic bag. Then storage in $5\pm 1^{\circ}\text{C}$, $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $12\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 1-9 weeks, the experiments were tested on 1, 2 and 3 day old pupae. The pupae emergence was more than 80% at all temperature levels and the 2 methods of 1 and 2 day old pupa with 1-3 weeks storage duration. After 4-5 weeks storage only 1 day old pupa showed the higher percentage emergence (75-63%) than others. After 6-9 weeks of storage, all treatments showed the adult emergence less than 50%. The proportion of deformed adult increased with the increasing of storage duration. Subsequently, the emerged parasitoid was offered to parasitize host eggs. Only 1 weeks storage from all treatments presented the highest parasitism of 28.50-23.41 host egg/day, with no statistical different to control.

Keywords: egg parasitoid, *Trichogramma* spp., storage

¹ สาขาชีววิทยา 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 ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวันทั้งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
National Insectological Control Research Center, Upper Northeastern Regional Center, Khon Kaen University,
Khon Kaen 40002

* Corresponding author: nutchare@kku.ac.th

บทนำ

แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในกลุ่มผีเสื้อมากกว่า 200 ชนิด เช่น ไขหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด ไขหนอนเจาะสมอฝ้าย และไขหนอนกออ้อย (กรมวิชาการเกษตร, ม.ป.ป.) Shenhmar *et al.* (2003) รายงานว่าการปล่อยแตนเบียนไข่ *Trichogramma chilonis* 60,000 ตัว/เฮคเตอร์ สามารถลดการทำลายของหนอนกออ้อยได้ 83% ในประเทศไทยหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนมีการผลิตแตนเบียนไข่ เพื่อควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพืชในพืชเศรษฐกิจทั่วประเทศ แต่ยังไม่สามารถผลิตให้เพียงพอต่อการใช้งานได้ เนื่องจากขาดเทคนิคในการเก็บรักษา ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการวางแผนการผลิตแตนเบียนไข่ ที่ทำให้สามารถประเมินกำลังการผลิตเพื่อนำไปใช้ในเวลาที่มีการระบาดของแมลงศัตรูพืชได้ทันทั่วทั้งปี ปัจจุบันที่มีผลต่อการเก็บรักษาคือ อุณหภูมิและวิธีการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิต่ำจะชักนำให้แมลงพักตัวส่งผลให้แมลงมีอายุชยานานขึ้น (Colinel and Boivin, 2011; Régnière *et al.*, 2012) และวิธีการเก็บรักษาที่สามารถเก็บรักษาความชื้นจะส่งผลต่อกลไกทางสรีรวิทยาแมลง (Overgaard and Sorensen, 2008) นอกจากนี้ Foerster *et al.* (2004) รายงานว่าระยะดักแด้ของแตนเบียนเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาเนื่องจากเป็นระยะที่แมลงมีอัตราเมตาบอลิซึมต่ำและทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าระยะอื่นๆ (Nakama and Foerster, 2001) Ayvaz (2008) รายงานว่า การเก็บรักษาดักแด้แตนเบียน *Trichogramma evanescen* ที่อุณหภูมิ 4 °C ความชื้น 70±5% นาน 1-3 สัปดาห์ มีการพัก 89.40-85.46% ส่วน Xi *et al.* (2013) พบว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. chilonis* ที่อุณหภูมิ 10 °C นาน 4 สัปดาห์ มีการพักมากกว่า 74 % Pitcher *et al.* (2002) พบว่าแตนเบียนไข่ *T. ostrinae* มีการพักมากกว่า 80% เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 9 °C และ 12 °C นาน 4 และ 6 สัปดาห์ ตามลำดับ และ Ma and Chen (2006) พบว่าสามารถเก็บรักษาแตนเบียน *Trichogramma dendrolimi* ในอุณหภูมิ 7-10 °C ได้นาน 4-6 สัปดาห์ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิและวิธีการที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนไข่

ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานผลิตแตนเบียนทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตและการวางแผนการผลิตเพื่อการใช้ประโยชน์แตนเบียนไข่ ได้มีปริมาณเพียงพอและเท่าทันต่อช่วงการระบาดของแมลง

วิธีการทดลอง

การเก็บรักษาดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

นำดักแด้แตนเบียนไข่ปริมาณ 22 มก. ($1,000 \pm 150$ ฟอง) ห่อด้วยกระดาษทิชชู 2 ชั้น ทดสอบเปรียบเทียบกับการไม่ห่อ แล้วใส่กล่องพลาสติกขนาด 3X3x2 ซม. และใส่ในถุงซิปลายขนาด 9x13 ซม. ทดสอบกับดักแด้อายุ 1, 2 และ 3 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ และ $12 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 1- 9 สัปดาห์ เมื่อครบแต่ละสัปดาห์ทดสอบการฟักดักแด้แตนเบียนไข่ โดยโรยดักแด้แตนเบียนไข่ จำนวน 100 ฟอง แต่ละกรรมวิธีลงบนกระดาษสีขาวที่ทากาวขนาด 2x2 ซม. และใส่หลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ยาว 15 ซม. จำนวน 10 ซ้ำ และทดสอบการเบียนโดยโรยไข่ผีเสื้อข้าวสารจำนวน 200 ฟองลงบนกระดาษสีขาวที่ทากาว นำแผ่นไข่ดังกล่าวผ่านแสงยูวีขนาด 30 วัตต์นาน 15 นาที จากนั้นนำใส่หลอดทดลองแล้วเขี่ยตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่เพศเมียและเพศผู้ที่ผ่านการเก็บรักษาจากแต่ละกรรมวิธีใส่ในหลอดจำนวน 1 คู่ ให้เบียนเป็นเวลา 3 วัน จำนวน 10 ซ้ำ

การบันทึกข้อมูล

จำนวนการฟักของแตนเบียนไข่ จำนวนการเบียนลักษณะตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ที่ไม่สมบูรณ์ (ปีกกุดและหนวดสั้นกว่าปกติ)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variances, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรม SAS (Statistical Analysis System)

ผลและวิจารณ์

1) การฟักของดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. หลังการเก็บรักษา

แตนเบียนไข่ที่เก็บรักษาในกรรมวิธีต่างๆ มีการฟักไม่พร้อมกัน โดยกรรมวิธีที่เก็บรักษาดักแด้อายุ 1 วัน ฟักหลังจากนำออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ 2-3 วัน ขณะที่ในกรรมวิธีเก็บรักษาดักแด้อายุ 2 วัน ฟักหลังจากนำออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ 1 วัน และในกรรมวิธีเก็บรักษาดักแด้อายุ 3 วัน แตนเบียนจะฟักหลังจากนำออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิภายใน 5 ชั่วโมง ยกเว้นดักแด้ที่เก็บรักษาในทุกระยะที่ $12 \pm 1^{\circ}\text{C}$ จะฟักทันทีหลังจากนำออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ หลังการเก็บรักษา 1-3 สัปดาห์ ดักแด้อายุ 1 และ 2 วัน ในทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธี แตนเบียนไข่มีการฟักมากกว่า 80% ขณะที่ทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาดักแด้อายุ 3 วัน มีการฟักได้มากกว่า 80% เฉพาะที่ $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ และ $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ส่วนที่ $12 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ไม่สามารถเก็บรักษาดักแด้อายุ 3 วัน ได้นานกว่า 1 สัปดาห์ เนื่องจากดักแด้มีการฟักในขณะที่เก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ สอดคล้องกับ Pitcher *et al.* (2002) และ Wright *et al.* (2002) รายงานว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. ostiniae* ที่ 6°C และ 9°C นาน 2 และ 3 สัปดาห์ แตนเบียนสามารถฟักมากกว่า 80% เมื่อเก็บรักษานาน 4-5 สัปดาห์ มีเพียงที่ $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ในกรรมวิธีที่เก็บรักษาดักแด้อายุ 1 วัน ที่พบการฟักได้ 70% หลังจากเก็บรักษานาน 6-9 สัปดาห์ ทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธี ฟักได้น้อยกว่า 50 % (Figure 1) การฟักจะลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้น เนื่องจากการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ อาจลดไขมันที่สะสมในร่างกายของแมลง และแม้ว่าแตนเบียนจะสามารถพัฒนาจนครบวงจรชีวิตแต่ก็ไม่มีพลังงานเพียงพอสำหรับการฟักเป็นตัวเต็มวัย (Yan *et al.*, 2017)

2) ความไม่สมบูรณ์ของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. หลังการเก็บรักษา

การเก็บรักษานาน 1 สัปดาห์ แตนเบียนที่ฟักใน

ทุกอุณหภูมิและทุกกรรมวิธีมีความไม่สมบูรณ์ของตัวเต็มวัยอยู่ในช่วง 4.46-12.27% การเก็บรักษานาน 2-3 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาใน $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ และ $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ มีความไม่สมบูรณ์ 3.36-19.17 % เมื่อการเก็บรักษานาน 4-6 สัปดาห์ ดักแด้อายุ 1 วัน ทั้งกรรมวิธีที่ห่อและไม่ห่อ ที่ $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ พบความไม่สมบูรณ์ของแตนเบียนต่ำสุดช่วง 14.10-20.64 % มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิอื่นๆ และหลังจากเก็บรักษานาน 7 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีและทุกอุณหภูมิมีความไม่สมบูรณ์ของตัวเต็มวัย 20-97 % (Figure 2) สอดคล้องกับ Alejandra and Botto (2004) พบว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. nerudai* ที่ $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ นานมากกว่า 50 วัน สัดส่วนความไม่สมบูรณ์จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิต่ำอาจลดไขมันและพลังงานที่สะสมจึงส่งผลต่อความผิดปกติทางสรีรวิทยาของแมลง (Hance *et al.*, 2007)

3) การเบียนของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.

เมื่อนำตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ที่ฟักหลังผ่านการเก็บรักษามาเบียนไข่ผีเสื้อข้าวสาร พบว่าการเก็บรักษานาน 1 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีและทุกอุณหภูมิ แตนเบียนไข่มีปริมาณการเบียนมากที่สุด 28.50- 23.41 ฟอง/วัน ไม่มีความแตกต่างสถิติกับกรรมวิธีควบคุมและปริมาณการเบียนจะลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา หลังจากเก็บรักษานาน 2-4 สัปดาห์ มีเฉพาะการเก็บรักษาดักแด้อายุ 1 วัน ทั้งวิธีห่อและไม่ห่อที่ $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ที่มีการเบียนถึง 23.52-16.83 ฟอง/วัน (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Rundle *et al.* (2004) รายงานว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. carverae* นานกว่า 3 สัปดาห์ ที่ 10°C แตนเบียนสามารถเบียนได้ต่ำกว่า 40% ในขณะที่ Jalali and Singliss (1992) พบว่าการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. ostiniae* ใน 9°C และ 12°C นานกว่า 4 สัปดาห์ อัตราการเบียนจะลดลงจากกรรมวิธีควบคุม เนื่องจากอุณหภูมิต่ำมีผลต่อไข่ในรังไข่ และความผิดปกติของอวัยวะสืบพันธุ์ของแมลง (Hanna, 1935 อ้างอิงตาม Alam *et al.*, 2016)

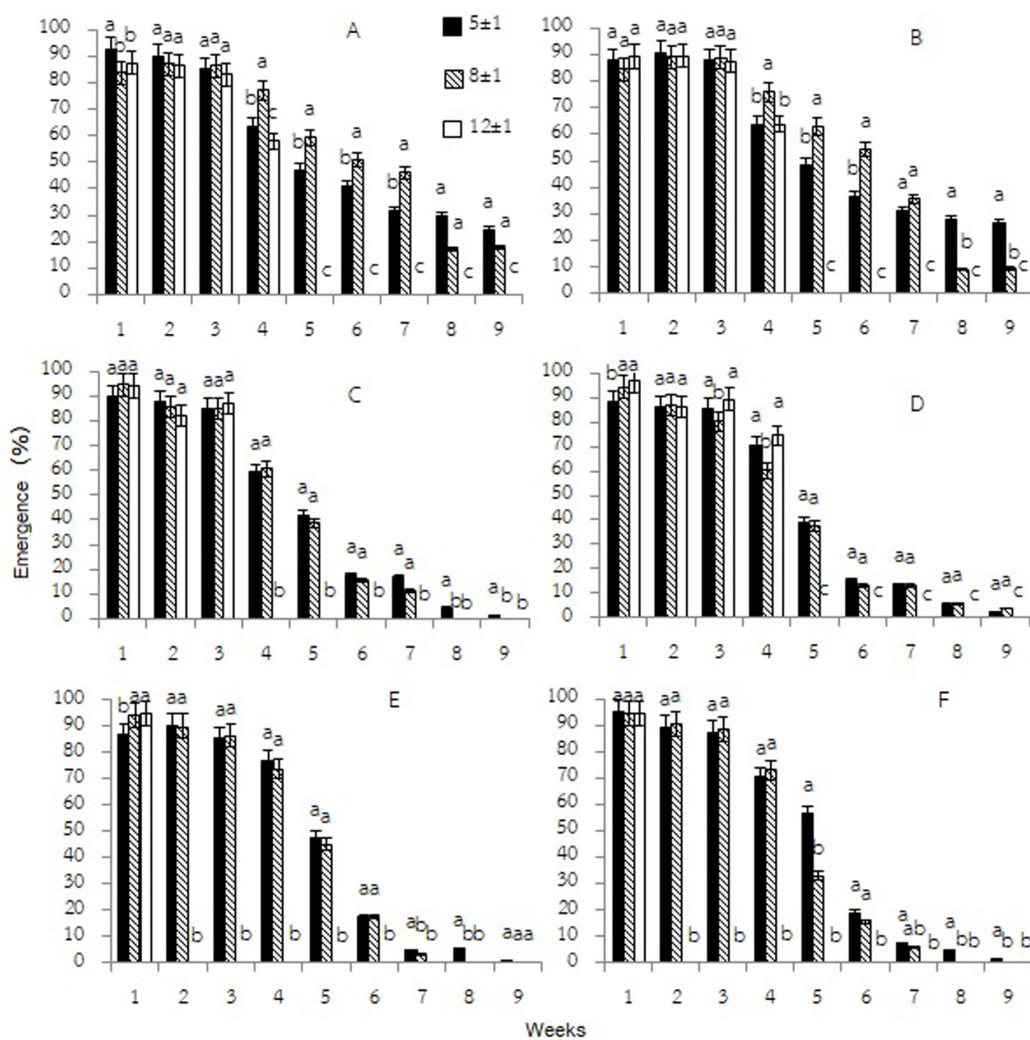


Figure 1 Percent emergence of egg parasitoid, *Trichogramma* spp. packed in different methods after storing at 5±1 °C, 8±1 °C and 12±1 °C for 1-9 weeks. (A) 1 day old pupa + tissue paper + plastic box + zipper bag, (B) 1 day old pupa + plastic box + zipper bag, (C) 2 day old pupa + tissue paper + plastic box + zipper bag, (D) 2 day old pupa + plastic box + zipper bag, (E) 3 day old pupa + tissue paper + plastic box + zipper bag, (F) 3 day old pupa + plastic box + zipper bag

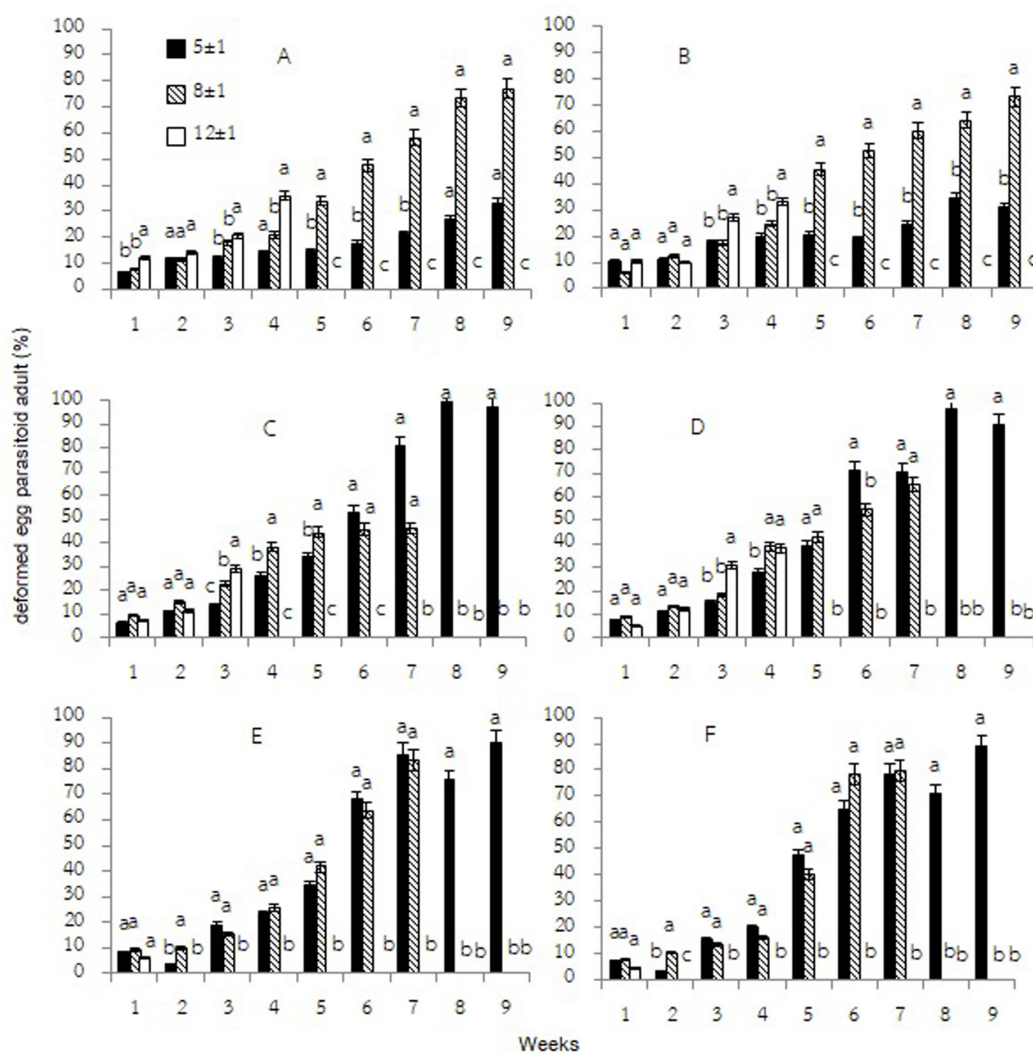


Figure 2 Percent deformed of egg parasitoid adult, *Trichogramma* spp. packed in different methods after storing at 5±1 °C, 8±1 °C and 12±1 °C for 1-9 weeks. (A) 1 day old pupa + tissue paper + plastic box + zipper bag, (B) 1 day old pupa + plastic box + zipper bag, (C) 2 day old pupa + tissue paper + plastic box + zipper bag, (D) 2 day old pupa + plastic box + zipper bag, (E) 3 day old pupa + tissue paper + plastic box + zipper bag, (F) 3 day old pupa + plastic box + zipper bag

Table 1 Parasitism of egg parasitoid, *Trichogramma* spp. emerged adult from pupae packed in different material storing at three different temperatures for 1-4 weeks.

Treatment	Temp (°C)	Weeks ^{1/}					F-test	CV (%)
		0	1	2	3	4		
1 day old pupa wrapped	5±1	30.08±3.81 A	28.16±1.44 Aa	20.25±4.07 Ba	18.17±3.31 Ba	17.00±3.01Ba	**	13.66
	8±1	30.08±3.81 A	27.50±2.11 Aa	23.83±2.53 Ba	16.71±4.48 Ba	11.50±2.21 Ba	**	13.74
	12±1	30.08±3.81 A	25.83±4.15 Aa	22.50±1.50 Bb	13.67±2.11 Ba	12.25±5.05 Ba	**	15.96
F-test		ns						
CV (%)		10.17						
1 day old pupa unwrapped	5±1	30.08±3.81 A	26.50±0.5 Ab	23.52±3.85 Aa	18.16±2.00 Ba	16.83±4.59 Ba	**	12.87
	8±1	30.08±3.81 A	26.50±0.73 Ab	24.75±1.44 Aa	19.00±2.01 Ba	12.50±1.97 Ba	**	9.33
	12±1	30.08±3.81 A	24.08±2.60 Aa	20.33±1.82 Bb	14.58±3.67 Ba	11.92±2.50 Ba	**	13.12
F-test		*						
CV (%)		5.41						
2 day old pupa wrapped	5±1	30.08±3.81 A	26.66±2.51 Aa	20.33±5.40 Ba	19.75±2.69Ba	11.42±1.44 Ca	**	16.84
	8±1	30.08±3.81 A	24.08±4.45 Aa	20.92±0.83 Ba	16.17±3.12 Ba	14.16±2.64 Ca	**	13.94
	12±1	30.08±3.81 A	25.28±8.69 Aa	20.17±0.43 Ba	16.42±6.80 Ba	0.00±0.00 Cb	**	26.07
F-test		ns						
CV (%)		26.53						
2 day old pupa unwrapped	5±1	30.08±3.81 A	24.08±3.90 Aa	19.58±6.11Ba	20.50±1.03 Ba	12.42±1.59 Ba	**	15.06
	8±1	30.08±3.81 A	24.82±2.64 Aa	19.83±3.73 Ba	16.92±1.13 Bb	10.50±0.43 Ba	**	12.97
	12±1	30.08±3.81 A	28.50±1.00 Aa	20.67±4.76 Ba	12.83±1.290 Bb	10.42±2.06 Ba	**	13.86
F-test		ns						
CV (%)		9.55						
3 day old pupa wrapped	5±1	30.08±3.81 A	22.83±1.59 Aa	19.67±4.93 Ba	16.50±6.20 Ba	11.33±2.24 Ba	**	15.72
	8±1	30.08±3.81 A	24.25±7.02 Aa	22.83±2.51Aba	20.83±1.40 Ba	14.83±1.40 Ba	**	17.95
	12±1	30.08±3.81 A	24.75±1.79 Aa	0.00±0.00 Bc	0.00±0.00 Bc	0.00±0.00 Bb	**	15.86
F-test		ns						
CV (%)		15.7						
3 day old pupa unwrapped	5±1	30.08±3.81 A	23.41±2.72 Aa	17.17±3.66 Ba	16.83±4.15 Ba	12.58±2.21 Ba	**	18.5
	8±1	30.08±3.81 A	26.91±2.49 Aa	22.67±1.96 Ba	20.42±1.93 Ba	10.00±3.04 Ca	**	11.62
	12±1	30.08±3.81 A	23.83±2.321 Aa	0.00±0.00 Bc	0.00±0.00 Bb	0.00±0.00 Bb	**	17.03
F-test		ns						
CV (%)		9.45						

^{1/}Means followed by different letters in a column are significantly different at P< 0.05, P< 0.01 by DMRT

Means followed by different letters in a row are significantly different at P< 0.05, P< 0.01 by DMRT

ns= non-significant

สรุปผลการทดลอง

การเก็บรักษาดักแด่แตนเบียนไข่ทั้งกรรมวิธีที่มีการห่อและไม่ห่อในทุกอุณหภูมิมีผลต่อการฟักไปในทางเดียวกัน โดยการเก็บรักษาช่วง 1-3 สัปดาห์ ทุกอุณหภูมิที่ดักแด่อายุ 1 และ 2 วัน แแตนเบียนฟักได้มากกว่า 80% แต่เมื่อเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ มี

เพียงที่ 8±1 °C ที่ดักแด่อายุ 1 วัน ที่ฟักได้ 70% และ ตัวเต็มวัยที่ฟักจากดักแด่อายุ 1 วัน ที่เก็บรักษาที่ 5±1 °C นาน 1-6 สัปดาห์ มีความไม่สมบูรณ์ 6.44-20.64 % เมื่อนำแตนเบียนที่ผ่านการเก็บรักษามาทดสอบการเบียน หลังเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ เฉพาะในกรรมวิธีที่เก็บรักษาดักแด่อายุ 1 วัน ที่ 5±1 °C มีการเบียน 28.16-16.83ฟอง/วัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดอนบมมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. มปป. แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp.. แหล่งข้อมูล: <http://www.pmc04.doae.go.th/Myweb2011data1/07%20Trichogramma.html>. ค้นเมื่อ 24 มกราคม 2560.
- 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.
- Ayvaz, A., Karasu. E, J. Karaborklu., and A. S. Tuncbilek. 2008. Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Stored Product Research* 44: 232 – 240.
- Colinet, H., and G. Boivin. 2011. Insect parasitoids cold storage: a comprehensive review of factors of variability and consequences. *Biological Control*. 58: 83–95.
- Chun-Sen, M., and C, Yu-Wen. 2006. Effects of constant temperature, exposure period, and age on diapause induction in *Trichogramma dendrolimi*. *Biological Control* 36(3): 267-273.
- Foerster, L. A., A. K. Doetzer, and L. C. F. de Castro. 2004. Emergence, longevity and fecundity of *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* after cold storage in the pupal stage. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 39: 841-845.
- Hance. T., J. V. Baaren, P. Vernon, and G. Boivin. 2007. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Annual Review of Entomology*. 52: 107-126.
- 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.
- Ma, C. S. and Y.W. Chen. 2006. Effect to constant temperature exposure period, and age on diapause induction in *Trichogramma dendrolimi*. *Biological Control*. 36: 267-273.
- Nakama, P. A., and L. S. A. Foerster. 2001. Effect of alternating temperatures on the development and emergence of *Trissolcus basalis* (Wollaston) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). *Neotropical Entomology*. 30: 269-275.
- Overgaard, J. and J. G. Sorenson. 2008. Rapid thermal adaptation during field temperature variations in *Drosophila melanogaster*. *Cryobiology*. 56:159-162.
- Pitcher, S. A., M. P. Hoffmann, J. Gardner, M. G. Wright, and T. P. Kuhar. 2002. Cold storage of *Trichogramma ostrinae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. *Biological Control*. 47: 525–535.
- Régnière, J., J. Powell, B. Bentz, and V. Nealis. 2012. Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: experimental design, data analysis and modeling. *Journal of Insect Physiology*. 58: 634–647.

- 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: 213–221.
- Shenhma, M., J. Singh, S. P. Singh, K. S. Barar, D. Singh, P. L. Tadon, C. R. Balal, S. K. Jalali, and R. J. Rabindra. 2003. Effectiveness of *Trichogramma chilonis* Ishii. for the management of *Chilo auricilius* on sugarcane in different sugar mills areas. P. 333-335. In: Proceedings of the Symposium of Biological Control of Lepidopteran Pests July 17-18, 2002. Bangalore, India.
- Wright, M. G., T. P. Kuhar, and M. P. Hoffmann. 2002. Effect of inoculative releases of *Trichogramma ostrinae* on populations of *Ostrinia nubilalis* and damage to sweet corn and field corn. Biological Control. 23: 149-155.
- Xi ,Y., F. Xin-Xia, L. Dun-Song, Z. Bao-Xin and W. Zhen-Ying. 2013. Optimal day-age and temperature for cold storage of *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Galleriidae) eggs. Acta Entomologica Sinica. 56(9): 1010-1019
- 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.