

ศักยภาพทางชีวภาพและตารางชีวิตของด้วงเต่าสีส้ม
เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียว

Biotic Potential and Life Table of Lady Beetle *Micraspis discolors*
when Fed on Brown Planthopper and Green Leafhopper

ฉัตรชัย พรโสภณ¹ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ^{1*} ปานิสรา เทพकुศล¹ ไสว บุรณพานิชพันธุ์²
และ จิราพร กุลสาริน²

Chartchai Pronsopon¹, Weerathep Pongprasert^{1*}, Panisara Thepkusol¹, Sawai Buranapanichpan²
and Jiraporn Kulsarin²

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000

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

²ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

²Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author: Email: weerathepp@nu.ac.th

(Received: 30 November 2018; Accepted: 25 December 2018)

Abstract: The mass rearing process of *Micraspis discolor* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) for controlling insect pests in biological control program always faces the problem on the lack of aphid for rearing. Therefore, the possibility of *Nilaparvata lugens* and *Nephotettix virescens* to be used as alternative food sources was carried out using biotic potential and life tables of *M. discolor* fed on those 2 alternative preys compared to *Aphis craccivora* (Koch). The results showed that the total developmental period from egg to adult of *M. discolor* fed on *N. lugens* and *N. virescens* was 21.46 ± 1.63 and 18.68 ± 3.21 days closed to that of *A. craccivora* (19.7 ± 1.54 days). The biological life table of *M. discolor* fed on *N. lugens* and *N. virescens* revealed that the net reproductive rate of increase (R_0) was 11.0000 and 15.2300, the capacity for increase (r_c) was 0.0660 and 0.0738, the cohort generation time (T_c) was 36.3455 and 36.9163 and the finite rate of increase (λ) was 1.0682 and 1.0765, higher than those of *A. craccivora* ($R_0 = 8.7000$, $r_c = 0.0648$, $T_c = 33.4023$ days and $\lambda = 1.0669$, respectively). The biotic potential based on partial ecological life table showed that the mortality of *M. discolor* was found in the all instar larva and the insect numbers were decreased continuously in each instars when fed on 2 alternative preys and the survivorship curves were type II as the same as that of *A. craccivora*.

Keywords: *Micraspis discolor*, alternative host, *Aphis craccivora*, *Nephotettix virescens*, *Nilaparvata lugens*, life table

บทคัดย่อ: กระบวนการเลี้ยงเพิ่มจำนวนด้วงเต่าสีส้ม (*Micraspis discolor* (Fabricius)) (Coleoptera: Coccinellidae) เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี มักประสบปัญหาขาดแคลนเพลี้ยอ่อนที่เป็นอาหาร ดังนั้นจึงได้ดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว เป็นแหล่งอาหารทดแทนขึ้น โดยอาศัยข้อมูลศักยภาพทางชีวภาพและตารางชีวิตของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยทั้งสองชนิดเปรียบเทียบกับเพลี้ยอ่อนถั่วเป็นเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่าระยะการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสีส้มตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัย เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว มีค่าเฉลี่ย 21.46 ± 1.63 และ 18.68 ± 3.21 วัน ใกล้เคียงกับเพลี้ยอ่อนถั่ว 19.7 ± 1.54 วัน จากตารางชีวิตแบบชีววิทยาของด้วงเต่าสีส้ม เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวด้วงเต่าสีส้ม มีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 11.0000 และ 15.2300 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_c) เท่ากับ 0.0660 และ 0.0738 เท่า ชั่วโมงยัยของกลุ่ม (T_0) เท่ากับ 36.3455 และ 36.9163 วัน และมีอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เท่ากับ 1.0682 และ 1.0765 เท่า สูงกว่าการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนซึ่งมีค่า R_0 เท่ากับ 8.7000 เท่า r_c เท่ากับ 0.0648 เท่า (T_0) เท่ากับ 33.4023 วัน และ λ เท่ากับ 1.0669 เท่า ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ศักยภาพทางชีวภาพด้วยตารางชีวิตแบบ partial ecological life table พบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และ เพลี้ยจักจั่นสีเขียว มีอัตราการตายเกิดขึ้นตลอดเวลาในทุกช่วงอายุ หรือมีอัตราการตายค่อนข้างคงที่ เส้นกราฟแสดงการรอดชีวิตเป็นแบบ Type II เหมือนกัน เช่นเดียวกับการใช้เพลี้ยอ่อนถั่วในการเลี้ยง ($P \geq 0.05$)

คำสำคัญ: ด้วงเต่าสีส้ม เหยื่อทดแทน เพลี้ยอ่อนถั่ว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว ตารางชีวิต

คำนำ

ด้วงเต่าสีส้ม *Micraspis discolor* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) จัดเป็นด้วงเต่าตัวห้ำที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมศัตรูพืชในธรรมชาติ โดยทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยสามารถเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย ไรศัตรูพืช หนอนเจาะผักข้าวโพด หนอนผีเสื้อขนาดเล็ก เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล รวมถึงแมลงที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม (Begum *et al.*, 2002; Shepard and Rapusas, 1989) ด้วงเต่าสีส้มสามารถพบได้ทั่วไปเป็นจำนวนมากในแปลงปลูกข้าว ถั่วเหลือง พริก ผัก ยาสูบ ผัก ข้าวโพด รวมถึงพืชตระกูลกะหล่ำ (Duffield, 1995; Gautam *et al.*, 1995) มีความว่องไวในการค้นหาเหยื่อ เป็นตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพและทนทานต่อสภาพแวดล้อม พบแพร่กระจายเป็นจำนวนมากโดยทั่วไปในเขตภาคเหนือตอนล่าง (วงเดือน และคณะ, 2561; วีรยุทธ และคณะ, 2558) ทำให้ด้วงเต่าชนิดนี้มีศักยภาพสูงมากในการใช้ควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี (Chowdhury *et al.*, 2008) และมีบทบาทสำคัญต่อการบริหารจัดการศัตรูพืชในพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ

การเลี้ยงเพิ่มจำนวนด้วงเต่าสีส้มเพื่อใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชนั้นมักนิยมใช้เพลี้ยอ่อนถั่วเป็นเหยื่ออาหารเป็นหลัก แต่บ่อยครั้งกระบวนการเลี้ยงมักประสบปัญหาขาดแคลนเพลี้ยอ่อนทำให้ไม่สามารถเลี้ยงเพิ่มจำนวนด้วงเต่าสีส้มได้ต่อเนื่องเพียงพอต่อความต้องการการค้นหาเหยื่อทดแทนเพื่อใช้เลี้ยงด้วงเต่าสีส้มในช่วงที่เพลี้ยอ่อนขาดแคลนจึงมีความจำเป็นอย่างมาก และการที่ด้วงเต่าสีส้มเป็นแมลงตัวห้ำสามารถกินแมลงที่เป็นเหยื่อได้หลากหลายชนิด จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้แมลงอื่น ๆ เป็นเหยื่อทดแทนในการเลี้ยงได้ แต่อย่างไรก็ตาม เหยื่อแต่ละชนิดมีความแตกต่างทางคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาของวัยต่าง ๆ และการสืบพันธุ์สร้างลูกหลาน ของด้วงเต่าสีส้ม (Babu, 1999; Thompson, 1999) จึงต้องมีการประเมินและเปรียบเทียบศักยภาพและความเหมาะสมของเหยื่อทดแทนต่าง ๆ ก่อนการใช้เลี้ยงเพิ่มจำนวนแมลง ซึ่งโดยทั่วไปมักนิยมใช้ ข้อมูลชีววิทยาและตารางชีวิต (life table) เป็นเครื่องมือหลัก ในการวิเคราะห์ศักยภาพทางชีวภาพ และสภาพแวดล้อมที่กระทบต่อการดำรงชีพของแมลง (หัตยา และคณะ, 2560) ทั้งนี้ตารางชีวิตมีรูปแบบในการบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ผล อย่างมีระบบ ด้วยค่า

ศักยภาพทางชีวภาพต่าง ๆ เช่น อัตราการรอดชีวิต อัตราการตาย ปัจจัยที่มีบทบาทต่อการตาย ช่วงอายุ ระยะเวลาในการเจริญเติบโต ในแต่ละวัย ความสามารถในการสร้างลูกหลาน ช่วงอายุ ฯลฯ เป็นต้น (Kakde et al., 2014; Kalushkov and Hodek, 2004) และมีการนำมาใช้ประโยชน์ในงานวิจัยต่าง ๆ ของแมลงอย่างแพร่หลาย เช่น การศึกษาศักยภาพของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* (Fabricius) ในการเป็นอาหารของมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolff) (กรสิริ และคณะ, 2554) การศึกษามวนตัวห้ำ ที่เลี้ยงด้วยเหยื่อ 4 ชนิด ได้แก่ เพลี้ยไฟผ้าย (*Thrips palmi* (Karay)) แมลงหีขาวยาสูบ (*Bemisia tabaci* (Gennadius)) เพลี้ยอ่อนผ้าย (*Aphis gossypii* (Glover)) และไรแดงหมอน (*Tetranychus truncatus* (Ehara)) (อทิทยา และคณะ, 2554), การเลี้ยง *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) ด้วยเพลี้ยอ่อน *Myzus persicae* (Sulzer) และ *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Perdikis and Lykouressis, 2002) และการเลี้ยง *Propylaea japonica* (Thunberg) ด้วยเพลี้ยอ่อน *M. persicae* (Chi and Yang, 2003) เป็นต้น

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวเป็นแมลงศัตรูข้าวที่พบได้ในแปลงนาตลอดทั้งปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่นาชลประทานของภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง (วิรุฑูท และคณะ, 2558) เพราะเลี้ยงเพิ่มจำนวนได้ง่าย และด้วงเต่าสีส้มสามารถกินเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Shepard and Rapusas, 1989) และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว (Rattanapun, 2012) เป็นอาหารได้ การศึกษาศักยภาพของการใช้เพลี้ยทั้งสองชนิดในการเลี้ยงด้วงเต่าส่วนใหญ่เน้นในส่วนของวงจรชีวิตแต่ยังไม่พบรายงานการประเมินศักยภาพและความเหมาะสมของเพลี้ยทั้งสองชนิดในการเป็นแหล่งอาหารทดแทนของด้วงเต่าสีส้มด้วยตารางชีวิต จึงได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวโดยอาศัยข้อมูลจากศักยภาพทางชีวภาพและตารางชีวิตของด้วงเต่าสีส้มเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว สำหรับเป็นข้อมูลและแนวทางในการวางแผนการจัดการเพื่อเลี้ยงเพิ่มจำนวนด้วงเต่าสี

ส้มสำหรับการใช้ประโยชน์ในการควบคุมทางชีววิธีได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมด้วงเต่าสีส้ม

เก็บรวบรวมตัวเต็มวัยด้วงเต่าสีส้มจากธรรมชาติในตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพาะเลี้ยง ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 32 ± 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ $65 \pm 5\%$ RH และแสงที่ 12L:12D โดยแยกเลี้ยงเป็นคู่ในถ้วยพลาสติกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร มีล้าชุบน้ำฝึ้ง 0.1% เป็นอาหาร และรองพื้นด้วยกระดาษซับดูดแปลงจากวิธีการของ Wu et al. (2010) ให้เพลี้ยอ่อนถั่ว 100 ตัว/กล่อง/วัน พร้อมกับใบพืชที่ห่อถักด้วยล้าชุบน้ำเป็นอาหารและที่พักพิง เมื่อตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ เก็บรวบรวมไข่ที่ได้ทุกวัน และแยกเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลง เพื่อเพิ่มจำนวนโดยใช้ไข่ของด้วงเต่าสีส้มรุ่นที่ 4 ที่มีอายุไม่เกิน 12 ชั่วโมง ในการศึกษา

การเลี้ยงเพิ่มปริมาณเพลี้ยอ่อนถั่ว

ปลูกถั่วเขียว ในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร จำนวน 5 กระถางในกรงเลี้ยงแมลงขนาด $1 \times 1 \times 1.5$ เมตร จำนวน 20 กรง ในเรือนทดลอง ที่มีอุณหภูมิ 32 ± 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ $65 \pm 5\%$ RH และความยาวช่วงแสง 12L:12D เมื่อถั่วเขียวอายุ 30 วัน ปล่อยเพลี้ยอ่อนจำนวน 100 ตัว ซึ่งเก็บรวบรวมจากแปลงถั่วทดลองของศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ผ่านการคัดแยกให้ปลอดโรคและแมลงเบียนแล้ว เพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณให้เพียงพอต่อการทดสอบ โดยใช้เพลี้ยอ่อนจากรุ่นที่ 3 เป็นต้นไป ในการเลี้ยงด้วยเต่าสีส้มและใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีการเลี้ยงเพิ่มเติมหมุนเวียนต่อเนื่องเพื่อให้มีจำนวนเพลี้ยเพียงพอต่อการศึกษา

การเตรียมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวเพื่อใช้เพาะเลี้ยงด้วงเต่าสีส้ม

ปลูกข้าวพันธุ์ไทซุงในหีฟ 1 ในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร จำนวน 5 กระถาง วางภายในกรงเลี้ยงแมลงขนาด $1 \times 1 \times 1.5$ เมตร ในเรือนทดลองของศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ที่มีอุณหภูมิ 32 ± 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ $65 \pm 5\%$ RH และความยาวช่วงแสง 12L:12D เมื่อข้าวอายุ 30 วัน ปล่อยตัวเต็มวัยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพศเมียที่ต่งท้องจำนวน 30 ตัว ซึ่งเก็บรวบรวมจากแปลงนาพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ผ่านการคัดแยกให้ปลอดโรคและแมลงเบียนแล้ว เพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณให้เพียงพอต่อการทดสอบ โดยใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัยที่ 2-3 จากรุ่นที่ 3 เป็นต้นไปในการศึกษาดำเนินการเช่นเดียวกันในการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณเพลี้ยจักจั่นสีเขียว

การศึกษาตารางชีวิตของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และเพลี้ยอ่อนถั่ว

นำไข่ด้วงเต่าสีส้มที่ได้จากการเลี้ยงข้างต้นจำนวน 40 ฟอง เลี้ยงในกล่องพลาสติกใส ขนาด $19 \times 28 \times 10$ เซนติเมตร ที่มีอุณหภูมิ 32 ± 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ $65 \pm 5\%$ RH และความยาวช่วงแสง 12L:12D ตรวจการฟักของไข่ทุกวัน เมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อนบันทึกอายุของไข่และทำการย้ายตัวอ่อนแต่ละตัวแยกเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลงใสขนาด $19 \times 28 \times 10$ เซนติเมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการกินกันเอง ทำการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสีส้มด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยดำเนินการ 2 ชุด คือชุดที่หนึ่งเพื่อศึกษาตารางชีวิตทางชีววิทยา (biological life table) ทำการตรวจนับจำนวนด้วงเต่าสีส้มและเปลี่ยนอาหารทุกวัน ติดตามสังเกตการณ์และบันทึกผลการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสีส้มทุกวัน จนเป็นตัวเต็มวัย ตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยที่ได้ ทำการแยกเลี้ยงตัวเต็มวัยเป็นคู่ในกล่องเลี้ยงแมลงใสขนาด $19 \times 28 \times 10$ เซนติเมตร ให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวเป็นอาหารทุกวัน จากนั้นตรวจนับจำนวนไข่ที่วางทุก

วันจนหยุดวางไข่และตัวเต็มวัยตายหมด นำข้อมูลที่ได้มาสร้างตารางชีวิตและคำนวณค่าทางสถิติต่าง ๆ คือการขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate, R_0) ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (cohort generation time, T_0) ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรมของประชากร (capacity for increase of population, r_0) อัตราการเพิ่มที่แท้จริงของประชากร (finite rate of increase of population, λ) ส่วนชุดที่สองเพื่อศึกษาตารางชีวิตแบบกึ่งนิเวศ (partial ecological life table) ดำเนินการในลักษณะเดียวกับการศึกษาตารางชีวิตแบบแรก และติดตามการเปลี่ยนแปลงจำนวนของแมลงในทุกระยะบันทึกจำนวนแมลงที่รอดชีวิตในแต่ละวัย นำข้อมูลที่ได้มาสร้างตารางชีวิต และคำนวณค่าทางสถิติต่าง ๆ ตามที่อธิบายไว้โดยอินทวัฒน์ บุรีคำ (2548), Bellows *et al.* (1992), Birch (1948), Maia *et al.* (2000), Price (1997) และ Southwood and Henderson (2000) โดยมีเพลี้ยอ่อนถั่วเป็นตัวเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ผลกระทบของการใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และเพลี้ยอ่อนถั่วเป็นอาหารเลี้ยงด้วงเต่าสีส้มในส่วนของการช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต การวางไข่ อายุของเพศเมีย ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วย DMRT

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาตารางชีวิตแบบชีววิทยาของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยจักจั่นสีเขียว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับเพลี้ยอ่อนถั่ว

ค่าคุณลักษณะทางชีวภาพจากตารางชีวิตแบบ biological life table ของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว พบว่าด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) ของประชากรเท่ากับ 11.0000 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_0) เท่ากับ 0.0660 อัตราการเพิ่มที่แท้จริงต่อวัน (λ) เท่ากับ 1.0682 ตัว ของ

เพศเมียรุ่นลูกต่อเพศเมียต่อวัน ส่วนด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยจักจั่นสีเขียวมีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) ของประชากรเท่ากับ 15.2300 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_c) เท่ากับ 0.0738 อัตราการเพิ่มที่แท้จริงต่อวัน (λ) เท่ากับ 1.0765 ตัว ของเพศเมียรุ่นลูกต่อเพศเมียต่อวัน โดยค่าที่ได้จากการเลี้ยงด้วงเต่าสีส้มด้วยเหี่ยวทดแทนทั้งสองชนิดสูงกว่าที่พบในด้วงเต่าที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนตัว ซึ่งมีค่า R_0 , r_c และ λ เท่ากับ 8.7000, 0.0648 และ 1.0669 ตามลำดับ โดยเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว ด้วงเต่าสีส้มมีช่วงอายุขัยของกลุ่ม (T_c) เท่ากับ 36.3455 และ 36.9163 วัน ตามลำดับ สูงกว่าผลการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนตัว ที่มีค่าเท่ากับ 33.4023 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ค่าคุณลักษณะทางชีวภาพทั้งค่า R_0 , r_c , λ และ T_c มีความสำคัญเพราะเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเติบโตของประชากรในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ โดยทั่วไป การเจริญเติบโตของแมลง ความยืนยาวของอายุ และการออกลูกออกหลานนั้นได้รับอิทธิพลจากอาหารและสภาพแวดล้อม (Ellers-Kirk and Fleischer, 2006) โดยแมลงที่ได้รับอาหารที่มีความเหมาะสมและสมบูรณ์ มักมีช่วงเวลาการเจริญเติบโตสั้น มีอัตราการขยายพันธุ์สูง (van Lenteren, 2012) Farooq *et al.* (2018) ศึกษาตารางชีวิตของด้วงเต่า *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) โดยใช้เพลี้ยอ่อนสามชนิด คือ *Aphis craccivora* (Koch), *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) และ *M. persicae* เป็นแหล่งอาหารพบว่าด้วงเต่า *C. septempunctata* มีค่า R_0 , r_c , λ , T_c แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยพบค่า R_0 , r_c , λ สูงสุดเท่ากับ 165.97, 0.1302 และ 1.1391 ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ย *M. persicae* แต่ค่า T_c ต่ำสุดที่ 39.10 วัน

อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าด้วงเต่าที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียว มีช่วงอายุ (T_c) 36.3455 และ 36.9163 วัน ยาวนานกว่าที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนตัวอย่างมีนัยสำคัญ และในขณะเดียวกันมีอัตราการขยายพันธุ์ทั้งค่า R_0 , r_c และ λ ที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บ่งชี้ในเบื้องต้นว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวมีความเหมาะสมในการใช้เลี้ยงด้วงเต่าสีส้มได้ดีกว่าการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนตัว

อัตราการอยู่รอดในแต่ละวัย (I_x) ของด้วงเต่าเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวนั้นมีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกับที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนตัว โดยพบว่าในช่วง 10 วันแรกไม่พบการตายของด้วงเต่าสีส้มเกิดขึ้น แต่หลังจากนั้นคือในช่วงตัวอ่อนวัยที่ 2 เริ่มพบการตายของด้วงเต่าสีส้มและมีการตายเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ทำให้จำนวนด้วงเต่าที่รอดชีวิตมีจำนวนค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ พบว่าด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวสามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ 24 และ 33 ตัว เป็นเพศเมีย 9 และ 14 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่การเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนตัว ด้วงเต่าสีส้ม เจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ 29 ตัว เป็นเพศเมีย 5 ตัว (ตารางที่ 2) การตายที่เกิดขึ้นในระยะตัวอ่อนของแมลงนั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพของอาหารที่เป็นเหยื่อเป็นหลัก (Velasco and Walter, 1993) นอกจากนี้ชนิดของอาหารหรือเพลี้ยที่เป็นแหล่งอาหารมีผลต่อจำนวนการวางไข่ของเพศเมีย ซึ่งส่งผลต่ออัตราการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนของด้วงเต่า (Evans, 2000) โดย Omkar and Srivastava (2003) ใช้เพลี้ยอ่อน 6 ชนิด *A. craccivora*, *A. gossypii*, *Aphis nerii* (Boyer de Fonscolombe), *L. erysimi*, *M. persicae* และ

Table 1. Biological life table parameters (mean $\pm$ SE) of *Micraspis discolor* fed on *Nilaparvata lugens*, *Nephotettix virescens* and *Aphis craccivora*

Parameters	<i>N. lugens</i> ¹	<i>N. virescens</i> ¹	<i>A. craccivora</i> ¹
Net reproductive rate of increase (R_0)	11.0000 $\pm$ 6.92 ^b	15.2300 $\pm$ 8.33 ^a	8.7000 $\pm$ 4.57 ^c
Capacity for increase (r_c)	0.0660 $\pm$ 0.003 ^b	0.0738 $\pm$ 0.004 ^a	0.0648 $\pm$ 0.002 ^c
Cohort generation time (T_c) (days)	36.3455 $\pm$ 0.55 ^b	36.9163 $\pm$ 0.68 ^c	33.4000 $\pm$ 0.47 ^a
Finite rate of increase (λ)	1.0682 $\pm$ 0.004 ^b	1.0765 $\pm$ 0.003 ^a	1.0669 $\pm$ 0.007 ^c

¹ Means within column followed by the same letter are not significantly different ($P \geq 0.05$)

Table 2. Partial ecological life table of *Micraspis discolor* fed on *Nephotettix virescens*, *Nilaparvata lugens* and *Aphis craccivora*

Stage of development (X)	Number of surviving at the beginning of X (l_x)			Generation mortality ($100d_x/n$)		
	<i>N. lugens</i>	<i>N. virescens</i>	<i>A. craccivora</i>	<i>N. lugens</i>	<i>N. virescens</i>	<i>A. craccivora</i>
Egg	40	40	40	0	0	0
Larva:						
Instar I	40	40	40	0	0	0
Instar II	40	39	40	15	2.5	7.5
Instar III	34	38	37	7.5	2.5	2.5
Instar IV	31	37	36	5	5	7.5
Prepupa	29	35	33	5	0	7.5
Pupa	27	35	30	7.5	5	2.5
Adult:						
Male	24	33	29			
Female	15	19	24			
Female	9	14	5			

Uroleucon compositae (Theobald) เลี้ยงด้วงเต่า *C. septempunctata* พบว่าเพลี้ยอ่อนแต่ละชนิดมีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อน การเจริญเติบโต น้ำหนักตัวของเพศผู้-เมีย ความยืนยาว และอัตราการวางไข่ของเพศเมีย แตกต่างกัน เช่นเดียวกับกรณี ศึกษาการเลี้ยงด้วงเต่า *Hippodamia variegata* (Goeze) ด้วยเพลี้ยอ่อน 3 ชนิด คือ *A. gossypii*, *Aphis fabae* Scopoli และ *Macrosiphum rosae* (L.) ของ Golizadeh and Jafari-Behi (2012) พบว่า การเลี้ยงด้วย *A. fabae* นั้นมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องด้วยตัวอ่อนมีอายุยืนยาว (18.9 วัน) อัตราการวางไข่ต่อวันสูงสุดที่ 12.4 ฟอง มีค่า R_0 สูงสุดที่ 291.0 มีค่า r_c สูงสุดที่ 0.183 เช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาพบว่าเหยื่อทดแทนทั้งสองชนิดคือเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวมีผลต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสีส้มจากไข่เป็นตัวเต็มวัยเท่ากับ 21.46 ± 1.63 และ 18.68 ± 3.21 วัน ในขณะที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วใช้ระยะเวลา 19.7 ± 1.54 วัน โดยมีระยะเวลาใกล้เคียงกับรายงานการเลี้ยงด้วงเต่าสีส้ม *M. discolor* ของ Begum et al. (2002) และ เลี้ยงด้วงเต่าสีส้ม *M. crocea* ของ Shepard and Rapusus (1989) ด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งใช้ระยะเวลา 23.1 และ 23 วัน ตามลำดับ และ

จากการศึกษานี้พบว่าความยืนยาวของอายุด้วงเต่าสีส้มตัวเต็มวัยเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยทั้งสองชนิดเท่ากับ 35 และ 41 วัน ในขณะที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนใช้เวลา 33 วัน ซึ่งยาวนานกว่าการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนฝักของ วณิชญา และคณะ (2555) ที่ใช้ระยะเวลาเพียง 8 และ 10 วันเท่านั้น อย่างไรก็ตาม Shepard and Rapusus (1989) รายงานผลการเลี้ยงด้วงเต่าสีส้ม *M. crocea* ด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบว่าตัวเต็มวัยมีอายุยาวนานถึง 94.4 วัน ซึ่งยาวนานกว่าที่พบในการศึกษานี้ถึง 4.3 เท่า

ความสามารถในการวางไข่ (m_x) เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว มีความแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วโดยพบว่า ตัวเต็มวัยของด้วงเต่าสีส้มเริ่มวางไข่ในวันที่ 8 และ 3 วัน หลังจากเป็นตัวเต็มวัย และการวางไข่เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเกิดขึ้นสูงสุดในวันที่ 17, 9 และ 12 โดยมีช่วงระยะเวลาวางไข่ 18 วัน ในขณะที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยจักจั่น การวางไข่เกิดขึ้นสูงสุดในวันที่ 13, 10 และ 9 ตามลำดับ โดยมีช่วงระยะเวลาวางไข่ 28 วัน มีความแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว ซึ่งตัวเต็มวัยของด้วงเต่าสีส้มเริ่มวางไข่ในวันที่ 6 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย และการวางไข่เกิดขึ้นสูงสุดในวันที่ 11, 8 และ 17 ตามลำดับ โดยมีช่วงระยะเวลาวางไข่ 21 วัน (ภาพที่ 1)

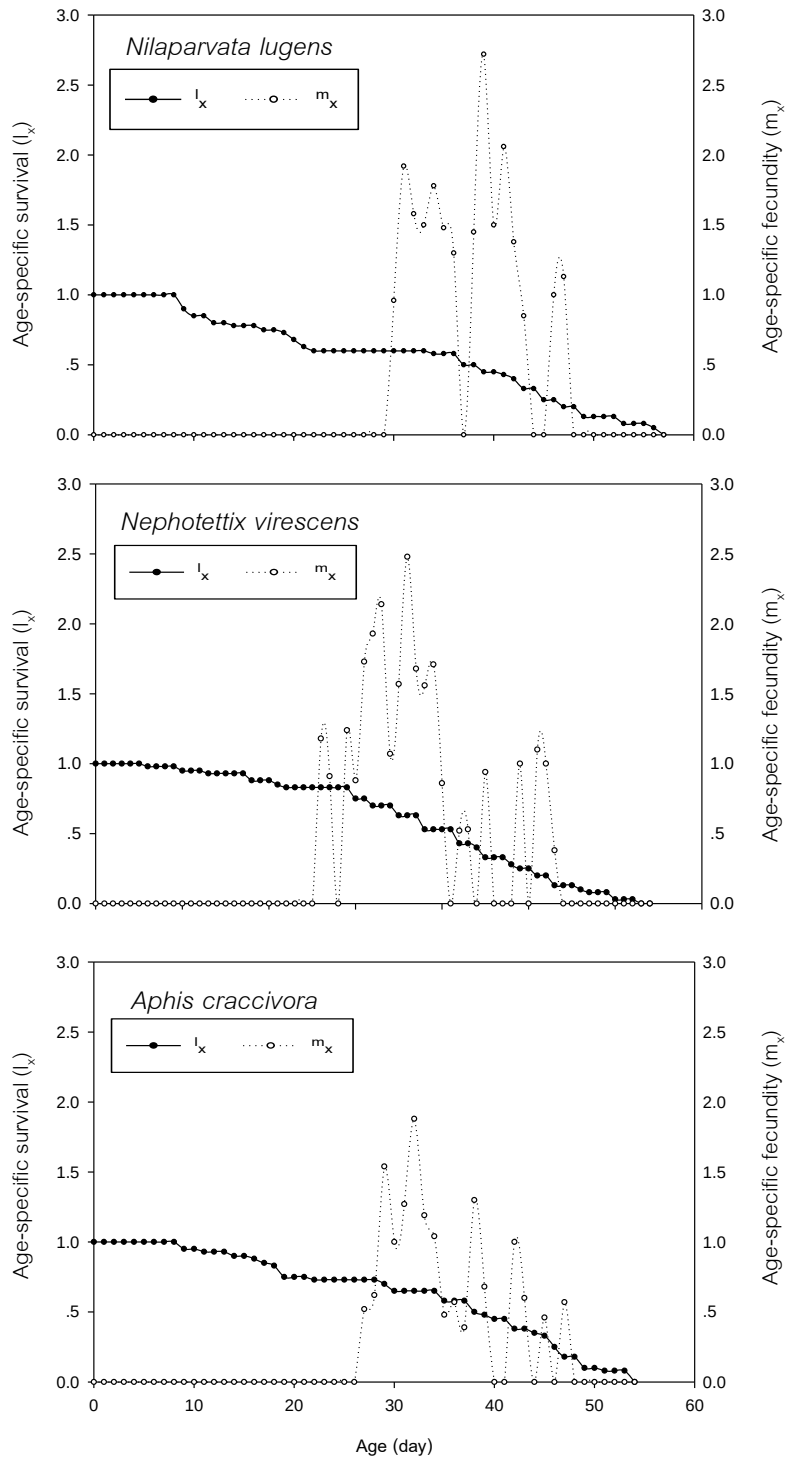


Figure 1. Age-specific survival rate and fecundity of *Micraspis discolor* on *Nilaparvata lugens*, *Nephotettix virescens* and *Aphis craccivora* under laboratory conditions (32 ± 3 °C and $65 \pm 5\%$ RH)

กราฟความสัมพันธ์ของอัตราการอยู่รอดในแต่ละระยะการเจริญเติบโต (I_x) กับระยะการเจริญเติบโต (x) (Survivorship curve) ของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเหยื่อทดแทนทั้ง 2 ชนิด คือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว มีลักษณะเส้นกราฟเป็นแบบ Type II เช่นเดียวกัน คือมีอัตราการตายเกิดขึ้นในแต่ละระยะการเจริญเติบโตค่อนข้างคงที่ และเหมือนกับกรณีที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนแก้ว (ภาพที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลในส่วนของ การเปลี่ยนแปลงของค่า I_x ในช่วงของระยะการเจริญเติบโตของตารางชีวิตแบบชีววิทยาข้างต้น และ การศึกษาตารางเปรียบเทียบของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนแก้วและเพลี้ยอ่อนผัก (วณิชญา และคณะ, 2555)

ค่าคุณลักษณะทางชีวภาพในตารางชีวิตทั้งสอง ชนิด เป็นค่าเชิงประมาณที่ใช้อ้างอิงกับสภาพแวดล้อมที่เป็นสภาพจริงตามธรรมชาติซึ่งมักพบความแปรปรวนแตกต่างกันมากตลอดเวลา อัตราการตายและค่าต่าง ๆ จากตารางชีวิตที่เป็นการศึกษาในสภาพห้องปฏิบัติการ เป็นผลจากความเครียดในสภาพกล่องเลี้ยง ในขณะที่ ทำการศึกษาเป็นหลัก แต่ในสภาพแปลงแมลงต้องเผชิญกับความกดดันทั้งในส่วนของอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม แสงแดด และสภาพของอากาศจำเพาะจุด (microclimate) และศัตรูธรรมชาติมากมาย ความเครียดจากแรงกดดันเหล่านี้จะมีผลต่ออัตราการตายที่สูงขึ้นกว่าในห้องปฏิบัติการมาก (Diaz and Fereres, 2005; Eilers-Kirk and Fleischer, 2006)

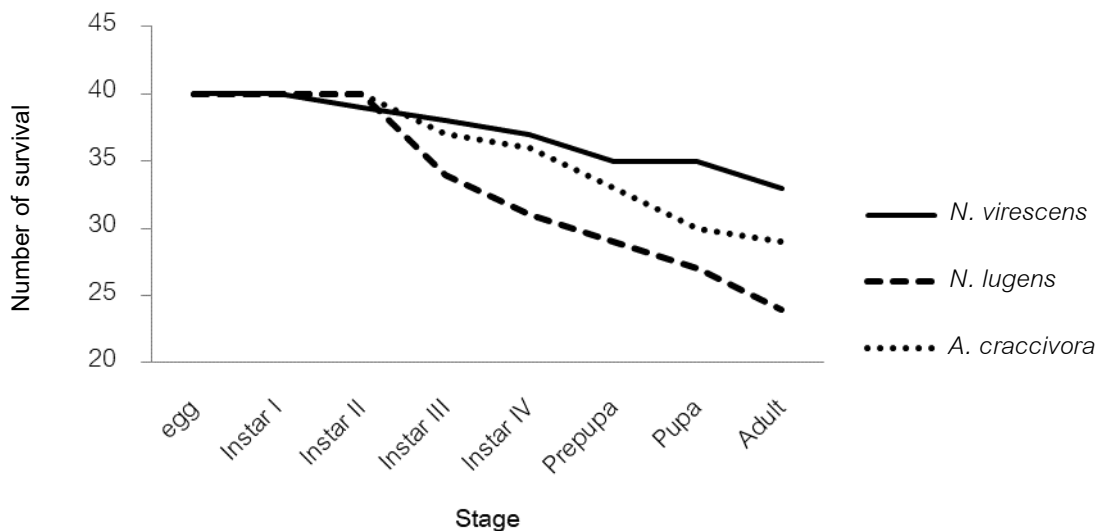


Figure 2. Survivorship curve of *Micraspis discolor* fed on *Nephotettix virescens*, *Nilaparvata lugens* and *Aphis craccivora* under laboratory conditions

สรุป

การศึกษาความเหมาะสมของ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวโดยอาศัยข้อมูลคุณลักษณะทางชีวภาพและตารางชีวิตของตัวง่าเต่าสีส้มเพื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่า ตัวง่าเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยจักจั่นสีเขียวใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยสั้นที่สุดเฉลี่ย 18.68 ± 3.21 วัน ซึ่งใช้ระยะเวลาน้อยกว่าตัวง่าเต่าที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยอ่อนถั่ว (21.46 ± 1.63 และ 19.70 ± 1.54 วัน ตามลำดับ) ตัวง่าเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยจักจั่นสีเขียวมีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_0) ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_0) และมีอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เท่ากับ 15.2300 เท่า, 0.0738 เท่า, 36.9163 วัน และ 1.0765 เท่าตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เท่ากับ 11.0000 เท่า, 0.0660 เท่า, 36.3455 วัน, 1.0682 เท่า และเพลี้ยอ่อนถั่วมีค่าเท่ากับ 8.7000 เท่า, 0.0648 เท่า, 33.4000 วัน และ 1.0669 เท่าตามลำดับ พบอัตราการตายเกิดขึ้นเท่า ๆ กันในแต่ละวัยอย่างต่อเนื่อง จึงมีเส้นกราฟแสดงการรอดชีวิต (survivorship curve) เป็นแบบ Type II เหมือนกัน ดังนั้นเหยื่อทดแทนทั้ง 2 ชนิด คือ เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จึงมีความเหมาะสมและสามารถใช้เป็นเหยื่ออาหารทดแทนในการเพาะเลี้ยงตัวง่าเต่าสีส้มในช่วงระยะเวลาการขาดแคลนแหล่งอาหารจากธรรมชาติได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับใช้ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรสิริ ศรีนิล ไสว บุรณพานิชพันธุ์ เยาวลักษณ์ จันทรวง
จิราพร กุลสาริน และ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ.

2554. ศักยภาพของหนอนนกยักษ์ *Zophobas morio* Fabricius ในการเป็นอาหารของมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* (Wolff). วารสารเกษตร 27(3): 209-218.

วงเดือน พักช้า วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ ปภพ สันชยกุล และ วิชัย สรพงษ์ไพศาล. 2561. ผลของระบบนิเวศวิศวกรรมต่อความหลากหลายของแมลงและแมงมุมในนาข้าว. วารสารเกษตร 34(2): 235-244.

วณิชญา ฉิมนาค วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ และ จิราพร กุลสาริน. 2555. ตารางชีวิตเปรียบเทียบของตัวง่าเต่าสีส้มเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผัก. วารสารเกษตร 28(2): 125-135.

วีรยุทธ สร้อยนาค วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ สมชาย ธนสินชยกุล วิชัย สรพงษ์ไพศาล และ คนिता เกิดสุข. 2558. ความหลากหลายของแมลงและแมงมุมในนาข้าวเขตชลประทานจังหวัดพิษณุโลก. วารสารเกษตร 31(3): 281-290.

หัตยา พัฒนะพงศ์พันธุ์ เยาวลักษณ์ จันทรวง และ ไสว บุรณพานิชพันธุ์. 2560. การเลี้ยงเพิ่มปริมาณเรือด *Cimex hemipterus* (Fabricius) โดยใช้เทคนิคการให้อาหารผ่านเมมเบรน. วารสารเกษตร 33(1): 31-38.

อติติยา แก้วประดิษฐ์ อรพรรณ เกินอาษา และ วิวัฒน์ เสือสะอาด. 2554. การบริหารโครงการและดำเนินโครงการวิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ: การควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตรโดยชีววิธีของศูนย์ภาคกลาง. ใน รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2548. นิเวศวิทยาวิเคราะห์ทางกีฏวิทยา. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

Babu, A. 1999. Influence of prey species on feeding preference, postembryonic development and reproduction of *Coccinella*

- transversalis* F. (Coccinellidae: Coleoptera). Entomon 24: 221-228.
- Begum, M.A., M. Jahan, M.N. Bari, M.M. Hossain and N. Afsana. 2002. Potential of *Micraspis discolor* (F.) as a biocontrol agent of *Nilaparvata lugens* (Stal). Journal of Biological Sciences 2(9): 630-632.
- Bellows, T.S., R.G. Van Driesche and J.S. Elkinton. 1992. Life table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. Annual Review of Entomology 37: 587-614.
- Birch, L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. Journal of Animal Ecology 17(1): 15-26.
- Chi, H. and T.C. Yang. 2003. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology 32(2): 327-333.
- Chowdhury, S.P., M.A. Ahad, M.R. Amin and M.S. Hasan. 2008. Biology of ladybird beetle *Micraspis discolor* (Fab.) (Coccinellidae: Coleoptera). International Journal of Sustainable Crop Production 3(3): 39-44.
- Diaz, B.M. and A. Fereres. 2005. Life table and population parameters of *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) at different constant temperatures. Environmental Entomology 34(3): 527-534.
- Duffield, S.J. 1995. Crop-specific differences in the seasonal abundance of four major predatory groups on sorghum and short-duration pigeonpea. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter 2: 74-76.
- Ellers-Kirk, C. and S.J. Fleischer. 2006. Development and life table of *Acalymma vittatum* (Coleoptera: Chrysomelidae), a vector of *Erwinia tracheiphila* in cucurbits. Environmental Entomology 35(4): 875-880.
- Evans, E.W. 2000. Egg production in response to combined alternative foods by the predator *Coccinella transversalis*. Entomologia Experimentalis et Applicata 94: 141-147.
- Farooq, M, M. Shakeel, A. Iftikhar, M.R. Shahid and X. Zhu. 2018. Age-stage, two-sex life tables of the lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on different aphid species. Journal of Economic Entomology 111(2): 575-585.
- Gautam, R.D., S. Chander, V.K. Sharma and R. Singh. 1995. Aphids infesting safflower, their predatory complex and effect on oil content. Annals of Plant Protection Sciences 3: 27-30.
- Golizadeh, A. and V. Jafari-Behi 2012. Biological traits and life table parameters of variegated lady beetle, *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) on three aphid species. Applied Entomology and Zoology 47(3): 199-205.
- Kakde, A.M., K.G. Patel and S. Tayade. 2014. Role of life table in Insect pest management - A review. Journal of Agriculture and Veterinary Science 7(1): 40-43.
- Kalushkov, P. and I. Hodek. 2004. The effects of thirteen species of aphids on some life history parameters of the ladybird *Coccinella septempunctata*. BioControl 49(1): 21-32.
- Maia, A.H.N., A.J.B. Luiz and C. Campanhola. 2000. Statistical influence on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. Journal of Economic Entomology 93(2): 511-518.

- Omkar, S. and S. Srivastava. 2003. Influence of six aphid prey species on development and reproduction of a ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*. *BioControl* 48(4): 379-393.
- Perdikis, D.C. and D.P. Lykouressis. 2002. Life table and biological characteristics of *Macrolophus pygmaeus* when feeding on *Myzus persicae* and *Trialetrodes vaporariorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102(3): 261-272.
- Price, P.W. 1997. *Insect Ecology*. John Wiley and Sons, New York. 874 p.
- Rattanapun, W. 2012. Biology and potentiality in biological control of *Micraspis discolor* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 77(4): 541-548.
- Shepard, B.M. and H.R. Rapusas. 1989. Life cycle of *Micraspis* sp. on brown planthopper (BPH) and rice pollen. *International Rice Research Newsletter* 14: 40.
- Southwood, T.R.E. and P.A. Henderson. 2000. *Ecological Methods*. Blackwell, Oxford. 575 p.
- Thompson, S.N. 1999. Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annual Review of Entomology* 44(1): 561-592.
- van Lenteren, J.C. 2012. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol* 57(1): 1-20.
- Velasco, L.R.I. and G.H. Walter. 1993. Potential of host-switching in *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) to enhance survival and reproduction. *Environmental Entomology* 22(2): 326-333.
- Wu, X.H., X.R. Zhou and B.P. Pang. 2010. Influence of five host plants of *Aphis gossypii* Glover on some population parameters of *Hippodamia variegata* (Goeze). *Journal of Pest Science* 83(2): 77-83.