วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 28 ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2555

ผลของระดับเนื้อในเมล็ดยางพาราและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารข้นต่อนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนและสมดุลไนโตรเจนในแพะที่ได้รับหญ้าซิกแนลแห้งเป็นอาหารหลัก

นิน จันจุฬา และ สุภิญญา รูใจ.....101

ปฏิกิริยาของข้าวลูกผสมกลับ BC_1F_{11} ระหว่าง ดาบาญ่า/ขาวดอกมะลิ 105 กับชัยนาท 1 ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

พุฒิพงษ์ เพ็งฤกษ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บูรณพานิชพันธุ์ จิราพร กุลสาริน สุรเดช ปาละวิสุทธิ์ และ เจตน์ ศชฤกษ.....113

ตารางชีวิตเปรียบเทียบของด้วงเต่าสีส้ม เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผัก

วณิชญา จิมนาค วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บูรณพานิชพันธุ์ และ จิราพร กุลสาริน.....125

ผลของการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุต่อผีเสื้อข้าวเปลือกและคุณภาพการสีของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

อัมพร บัวผุด เยาวลักษณ์ จินทร์บาง และ สุธาดา เวียรศิลป์.....137

ผลของการควั่นกิ่งและการพ่นทางใบด้วยโบโรนโพแทสเซียมฟอสเฟตและเอทีฟอนต่อการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยและพันธุ์จักรพรรดิ

อรทัย ธนัญชัย นุดี เจริญกิจ และ พิทยา สวามิศิริ.....145

การตรวจสอบลูกผสมถั่วลันเตาที่ต้านทานโรคราแป้งโดยการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ

อัญชัญ ชมภูพวง อังสนา อัครพีศาล วิณัน บัณฑิตย์ และ ณัฐา โพธากรณ์.....155

การคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมของคะน้าและบรอกโคลีที่มีซัลโฟราเฟนสูง

ญาณี โปธาดี ศิวาพร ธรรมดี และ ณัฐา โพธากรณ์.....165

การประเมินมูลค่าคาร์บอนและธาตุอาหารสะสมในดินป่าดิบเขาบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

ชนิษฐา เลถียรพีระกุล สุนทร คำยอง นิวัติ ยนงค์รักษ์ และ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง.....173

การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์มะระขี้นก

นาราวี ดือเระ ขวัญจิตร สันติประชา และ วัลลภ สันติประชา.....183

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความเป็นอยู่ที่ดีของแม่บ้านเกษตรกรและครอบครัวตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงจังหวัดเชียงใหม่

ศันสนีย์ นายอง และ รุจ ศิริศัญลักษณ์.....193

ISSN 0857-0841

ตารางชีวิตเปรียบเทียบของด้วงเต่าสีส้ม เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผัก

Comparative Life Tables of *Micraspis discolor* (Fabricius) When Fed on *Aphis craccivora* (Koch) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)

วณิชญา ฉิมนาค[1/] วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ[1/] ไสว บูรณพานิชพันธุ์[2/] และ จิราพร กุลสาริน[2/]

Vanidchaya Chimnak[1/], Weerathep Pongprasert[1/], Sawai Buranapanichpan[2/] and Jiraporn Kulsarin[2/]

Abstract: *Micraspis discolor* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) is a predaceous coccinellid playing role significantly on the control of various pests in rice and cultivars. This beetle is arranged as non-specific prey but prey choice is significantly occurred when many preys were present. In augmentative program of this beetle, the suitable pray on the basis of qualitative data on developmental parameters needs to be concerned and more understood. Therefore, the comparison of life tables on *M. discolor* when fed on *Aphis craccivora* (Koch) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) was carried out in order to quantify the relative suitability of those 2 aphid species. The results showed that the total periods of beetle development from egg to adult of *M. discolor* fed on *A. craccivora* and *L. erysimi* were 15.24±0.86 and 14.45±1.06 days, respectively. The biological life table of *M. discolor* fed on *A. craccivora* revealed that the net reproductive rate of increase (R_o) was 12.8262, the capacity for increase (r_c) was 0.1255, the cohort generation time (T_c) was 20.3385 days, and the finite rate of increase (λ) was 1.1337. Adult beetle began laying egg at the 3rd day after emergence and the laying period was 9 days with the highest peak of laying at the 6th day after emergence. Meanwhile, those fed on *L. erysimi* revealed that the net reproductive rate of increase (R_o) was 6.3000, the capacity for increase (r_c) was 0.1107, the cohort generation time (T_c) was 16.6190 days, and the finite rate of increase (λ) was 1.1171. Adult beetle began laying egg at the 2nd day after emergence and the laying period was 10 days with the highest peak of laying at the 3rd days after emergence. The partial ecological life table showed that the highest mortality of *M. discolor* was found in the first instar larva when fed on both aphid species. However, the survivorship curves of *M. discolor* fed on *A. craccivora* and *L. erysimi* were Type II and Type III, respectively. The result indicated that *A. craccivora* was suitable for rearing *M. discolor*.

[1/] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000

[2/] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช 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 and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Chiang Mai 50200, Thailand

Keywords: *Micrapis discolor, Aphis craccivora, Lipaphis erysimi,* life table

บทคัดย่อ: ด้วงเต่าสีส้ม (*Micraspis discolor* (Fabricius)) (Coleoptera: Coccinellidae) เป็นด้วงเต่าตัวห้ำที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในนาข้าวและพืชปลูกได้หลายชนิด โดยทั่วไปด้วงเต่าชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มแมลงตัวห้ำที่กินเหยื่อแบบไม่เจาะจง แต่การเลือกเหยื่อมักเกิดขึ้นเสมอเมื่อมีเหยื่อหลากหลายชนิดอยู่รวมกัน ซึ่งในกระบวนการเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนนั้นการเลือกเหยื่อที่เหมาะสม นั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานเชิงคุณภาพที่เป็นดัชนีแสดงถึงการเจริญเติบโตของด้วงเต่าได้อย่างเพียงพอ ดังนั้น จึงได้ดำเนินการศึกษาตารางชีวิตของด้วงเต่าสีส้มขึ้นโดยเปรียบเทียบระหว่างการเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Koch) และเพลี้ยอ่อนผัก (*Lipaphis erysimi* Kaltenbach) ขึ้น เพื่อศึกษาคุณภาพของเพลี้ยอ่อนที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสีส้มต่อไป ผลการศึกษาพบว่าระยะการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผักตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัย เฉลี่ย 15.24±0.86 และ 14.45±1.06 วัน ตามลำดับ จากตารางชีวิตแบบชีววิทยาด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 12.8262 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_c) เท่ากับ 0.1255 เท่า ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) เท่ากับ 20.3385 วันและมีอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เท่ากับ 1.1337 เท่า โดยตัวเต็มวัยเริ่มวางไข่ในวันที่ 3 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย และวางไข่สูงสุดในวันที่ 6 โดยมีช่วงระยะเวลาวางไข่ 9 วัน ในขณะที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผัก มีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 6.3000 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_c) เท่ากับ 0.1107 เท่า ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) เท่ากับ 16.6190 วันและมีอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เท่ากับ 1.1171 เท่า โดยตัวเต็มวัยเริ่มวางไข่ในวันที่ 2 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย และวางไข่สูงสุดในวันที่ 3 มีช่วงระยะเวลาวางไข่ 10 วัน จากตารางชีวิตแบบนิเวศวิทยา ด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยทั้งเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผักมีอัตราการตายต่อชั่วอายุสูงสุดในระยะตัวอ่อนวัยที่ 1 และมีเส้นกราฟแสดงการรอดชีวิตเป็นแบบ Type II และ Type III ตามลำดับ เพลี้ยอ่อนถั่วจึงมีความเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสีส้ม

คำสำคัญ: ด้วงเต่าสีส้ม เพลี้ยอ่อนถั่ว เพลี้ยอ่อนผัก ตารางชีวิต

คำนำ

ด้วงเต่าสีส้ม (*Micraspis discolor* (F.)) (Coleoptera: Coccinellidae) จัดเป็นด้วงเต่าตัวห้ำที่มีบทบาทความสำคัญในการควบคุมศัตรูพืชในธรรมชาติ โดยทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยสามารถเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น เพลี้ยอ่อน หนอนเจาะฝักข้าวโพด หนอนผีเสื้อขนาดเล็ก เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล รวมถึงแมลงที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม (Begum *et al.*, 2002; Shepard and Rapusas, 1989; Rao *et al.*, 1989; Mani, 1995; Kamal, 1998) ด้วงเต่าสีส้มสามารถพบได้ทั่วไปในแปลงปลูกข้าว ถั่วเหลือง พริก ผัก ยาสูบ ฝ้าย ข้าวโพด รวมถึงพืชวงศ์กะหล่ำ ในปริมาณสูง (Gautam *et al.*, 1995; Duffieded, 1995) มีความว่องไวในการค้นหาเหยื่อ เป็นตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพและทนทานต่อสภาพแวดล้อม เช่นในเขตภาคเหนือตอนล่างได้เป็นอย่างดี (วีรเทพ และคณะ, 2553) ทำให้ด้วงเต่าชนิดนี้มีศักยภาพสูงมากในการใช้ควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี (Chowdhury *et al.*, 2008)

อย่างไรก็ตาม ในการใช้ประโยชน์จากศัตรูธรรมชาติไม่ว่าชนิดใด สิ่งสำคัญสิ่งแรกคือการเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนให้มีปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการ จากการศึกษาของ Hodek and Honek (1996) พบว่าแม้ว่าด้วงเต่าโดยทั่วไปสามารถกินเหยื่อได้หลากหลายชนิด แต่ในสภาพที่มีประชากรของเหยื่อหลากหลายชนิดปะปนกันนั้น ด้วงเต่าแต่ละชนิดมักแสดงพฤติกรรมความชอบในเหยื่อแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน โดยด้วงเต่ามักมีพฤติกรรมการค้นหาเหยื่อและเลือกกินเหยื่อเฉพาะชนิดเท่านั้น (Harmon *et al.*, 2000) ซึ่งความชอบหรือไม่ชอบนั้นเป็นผลจากคุณค่าทางโภชนาการ และกลิ่นหรือสารเคมีบางชนิดที่อยู่ในเหยื่อแต่ละชนิดนั้น ๆ แตกต่างกัน (Okamoto, 1966) และสารเคมีบางชนิด เช่น amines,

canavanine, ethanolamine และสารพวก alkaloids อื่น ๆ หลายชนิด มีผลต่อการเจริญเติบโต หรือเมตาโบลิซึมของด้วงเต่ามาก (Obatake and Suzuki, 1985; Kawauchi, 1991) ทำให้อัตราการอยู่รอดในแต่ละวัย อัตราการเจริญเป็นตัวเต็มวัย และอัตราการวางไข่ของด้วงเต่าลดลง รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตยาวนานมากขึ้น (Milevoj, 1997; Lakhanpal and Raj, 1998) ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงเต่าเพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืชนั้น จึงต้องคำนึงถึงชนิดของเหยื่อที่เหมาะสม เพื่อให้ด้วงเต่าสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีอัตราการรอดสูง มีอัตราการวางไข่ได้สูง และนอกจากนี้ในเชิงของการผลิตนั้น เหยื่อที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงนั้น ควรเป็นเยื่อที่สามารถหาหรือเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ง่ายและรวดเร็ว ซึ่งในกรณีของด้วงเต่าสีส้ม ก็เช่นกัน แม้มีรายงานว่าด้วงเต่าสีส้มสามารถกินเหยื่อได้หลากหลายชนิด รวมทั้งเพลี้ยอ่อน ซึ่งจัดเป็นเหยื่อที่สามารถเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ง่ายและรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม การศึกษาถึงความเหมาะสมของชนิดเพลี้ยอ่อนต่าง ๆ ที่เป็นอาหารของด้วงเต่าสีส้มเพื่อรองรับการผลิตเพิ่มปริมาณสำหรับใช้ประโยชน์ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีนั้นยังมีน้อยมาก ดังนั้นจึงได้ดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสีส้มในรูปแบบของวงจรชีวิตและตารางชีวิตเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อน โดยได้คัดเลือกเพลี้ยอ่อนจำนวน 2 ชนิด ที่สามารถเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนได้ง่ายคือ เพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผัก เป็นเหล่งของอาหาร เพื่อคัดเลือกชนิดของเพลี้ยอ่อนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตเพิ่มจำนวนด้วงเต่าสีส้มสำหรับใช้ในการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในพืชต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมด้วงเต่าสีส้ม

ทำการเก็บตัวเต็มวัยด้วงเต่าสีส้มจากสภาพธรรมชาติในตำบลบึงพระและตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มาเพาะเลี้ยงภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เพาะเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลง ขนาด 15 x 21 x 7 เซนติเมตร อุณหภูมิ 27 ±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ±10% ความยาวช่วงแสง16L: 8D โดยให้เพลี้ยอ่อนถั่ว (*Aphis craccivora* Koch) 100 ตัว/กล่อง/วัน เป็นอาหาร (Prabhakar and Roy, 2010) พื้นกล่องรองด้วยกระดาษกรองเพื่อดูดความชื้น เมื่อตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เรียกเป็นรุ่นที่ 1 ทำการเก็บรวบรวมไข่ที่ได้รับเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

การศึกษาวงจรชีวิตของด้วงเต่าสีส้ม

สุ่มไข่ที่ได้จากการเลี้ยงข้างต้นจำนวน 100 ฟอง ทำ 4 ซ้ำ แยกเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลง ขนาด 15 x 21 x 7 เซนติเมตร ภายใต้สภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 27 ±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ±10% ความยาวช่วงแสง 16L: 8D เมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อน ทำการแยกเลี้ยงตัวอ่อนในกล่องขนาดเท่าเดิมด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว โดยทำการเปลี่ยนอาหารทุกวัน ทำการบันทึกลักษณะของไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ ตัวเต็มวัย และระยะเวลาที่ใช้เปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแยกเลี้ยงในกล่องพลาสติกกลมใส เป็นคู่ ๆ และใส่เพลี้ยอ่อนถั่ว ตรวจและบันทึกจำนวนไข่ที่ด้วงเต่าสีส้มวางทุกวันจนกระทั่งตัวเต็มวัยตายหมด และดำเนินการเช่นเดียวกันแต่ใช้เพลี้ยอ่อนผัก (*Lipaphis erysimi* Kaltenbach) เป็นแหล่งอาหาร เปรียบเทียบผลการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสีส้มด้วยเพลี้ยอ่อนทั้งสองชนิด

การศึกษาตารางชีวิตของด้วงเต่าสีส้ม

นำไข่ที่ได้จากการเลี้ยงข้างต้น ซึ่งมีอายุเท่ากัน จำนวน 100 ฟอง ทำ 4 ซ้ำ แยกเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลง ขนาด 15 x 21 x 7 เซนติเมตร ภายใต้สภาพแวดล้อมเช่นเดิม ทำการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสีส้มด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว โดยดำเนินการ 2 ชุด คือ ชุดที่หนึ่งเพื่อศึกษา biological life table และชุดที่สองเพื่อศึกษาถึง partial ecological life table ในส่วนของ biological life table นั้นทำการตรวจนับจำนวนและเปลี่ยนอาหารทุกวัน ติดตามสังเกตการเจริญเติบโตสู่ระยะต่าง ๆ จนเป็นตัวเต็มวัย ตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยที่เกิดขึ้น จากนั้นตรวจนับจำนวนไข่ทุกวันจนหยุดวางไข่และตัวเต็มวัยตายหมด นำข้อมูลที่ได้มาสร้างตารางชีวิต และคำนวณค่าทางสถิติต่าง ๆ คือ อัตรา

การขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate) ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (cohort generation time) ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ของประชากร (capacity for increase of population) อัตราการเพิ่มที่แท้จริงของประชากร (finite rate of increase of population) ส่วนที่สองศึกษา partial ecological life table ดำเนินการในลักษณะเดียวกับการศึกษาทางชีววิทยา และติดตามการเปลี่ยนแปลงจำนวนของแมลงในทุกระยะ บันทึกจำนวนแมลงที่รอดชีวิตในแต่ละวัย นำข้อมูลที่ได้มาสร้างตารางชีวิต และคำนวณค่าทางสถิติต่าง ๆ ตามที่อธิบายไว้โดย Southwood (1978), Price (1997) และอินทวัฒน์ (2548) ส่วนการศึกษาตารางชีวิตด้วงเต่าที่เพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผักดำเนินการในทำนองเดียวกัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

วงจรชีวิตของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว

ระยะไข่: ไข่ลักษณะยาวรี ส่วนยอดแหลม มีสีเหลืองอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มเมื่อใกล้ฟัก ใช้เวลาเฉลี่ย 2.60 ±0.50 วัน

ระยะตัวอ่อน: ตัวอ่อนมี 4 วัย ดังนี้ วัยที่ 1 ลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อน ปล้องอกแบ่งเป็น 3 ปล้องชัดเจน ใช้เวลาเฉลี่ย 2.05 ±0.78 วัน วัยที่ 2 ลำตัวมีสีน้ำตาลเข้ม มีแถบสีครีมพาดกลางลำตัว ตั้งแต่อกปล้องที่ 2จนถึงปล้องท้องปล้องสุดท้าย ใช้เวลาเฉลี่ย 2.07 ±0.70 วัน วัยที่ 3 ลำตัวสีน้ำตาลแดงจนถึงสีดำและมีขนาดใหญ่ขึ้น ใช้เวลาเฉลี่ย 2.93 ±1.22 วัน ส่วนวัยที่ 4 รูปร่างเหมือนวัยที่ 3 แต่มีลำตัวขนาดใหญ่ขึ้น ใช้เวลาเฉลี่ย 1.85 ±0.69 วัน รวมระยะเวลาการเจริญเติบโตของตัวอ่อนเฉลี่ย 8.90 ±0.95 วัน

ระยะก่อนเข้าดักแด้: ลำตัวหดสั้นและงอตัว โดยใช้ส่วนปลายของปล้องท้องปล้องสุดท้ายเกาะติดกับพื้นผิวของวัสดุ หยุดนิ่ง ใช้เวลาเฉลี่ย 1.55 ±0.69 วัน

ระยะดักแด้: รยางค์และปีกเป็นอิสระ ไม่ติดกับลำตัว (exarate) ไม่มีรังเส้นใยห่อหุ้ม ส่วนปลายของท้องปล้องสุดท้ายยึดติดกับพื้นวัสดุ ดักแด้สีน้ำตาลเหลืองและมีเส้นสีดำเฉียงจากด้านข้างของลำตัวขึ้นไปหาส่วนหัว ใช้เวลาเฉลี่ย 2.20 ±0.63 วัน

ตัวเต็มวัย: ตัวเต็มวัยเมื่อออกจากดักแด้ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีลำตัวรูปไข่สีขาวและเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีสีเหลืองส้มหรือส้มแดง บนปีกไม่มีลวดลาย ขอบด้านนอกและด้านในของปีกแต่ละข้างมีเส้นสีดำ ซึ่งเมื่อประกบปีกเข้าด้วยกันเห็นเป็นเส้นตามยาวอยู่กลางลำตัว ส่วนหัวมีจุดสีดำ 2 จุด เห็นได้ชัดเจน ลักษณะแตกต่างของเพศสังเกตได้จากลักษณะของท้องปล้องสุดท้าย โดยเพศเมียมีปล้องท้องเรียวและงุ้ม เพศผู้ปล้องท้องโค้งมน โดยมีสัดส่วนเพศระหว่างเพศผู้: เพศเมีย เท่ากับ 3: 4 (ตารางที่ 1)

วงจรชีวิตของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผัก

ลักษณะทางชีววิทยาของด้วงเต่าสีส้มระยะต่าง ๆ ที่เพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผักมีลักษณะเหมือนที่พบในการเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว ยกเว้นระยะเวลาการเจริญเติบโตในแต่ละวัยของด้วงเต่าแตกต่างกัน โดยในระยะไข่ใช้เวลาฟักออกเป็นตัวอ่อน เฉลี่ย 2.55 ±0.51 วัน ระยะตัวอ่อน มี 4 วัย ใช้เวลาเฉลี่ย 1.69 ±1.08, 3.27 ±1.10, 1.45 ±0.52 และ 2.18 ±1.47 วัน ตามลำดับ ระยะก่อนเข้าดักแด้ ใช้เวลาเฉลี่ย 1.20 ±0.42 วัน ระยะดักแด้ใช้เวลาเฉลี่ย 2.10 ±0.57 วัน จึงเจริญเป็นตัวเต็มวัย โดยมีสัดส่วนเพศระหว่างเพศผู้: เพศเมียเท่ากับ 5: 3 (ตารางที่ 1)

จากการศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนทั้งสองชนิดนั้น พบว่าระยะการเจริญเติบโตเฉลี่ยของตัวอ่อนด้วงเต่าที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผักคือ 8.90 และ 8.60 วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Prodhan *et al.* (1995) พบว่าด้วงเต่าสีส้มระยะตัวอ่อนที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว ใช้เวลา 7-9 วัน แต่มีระยะเวลาการเจริญเติบโตสั้นกว่าผลการศึกษาของ Chowdhury *et al.* (2008) เล็กน้อย ที่ใช้เวลา 8.8-14 วัน จึงเจริญเป็นตัวเต็มวัย ความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตนี้เป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น

Table 1 Duration of various developmental stages of *Micraspis discolor* (Fabricius) fed on *Aphis craccivora* (Koch) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) under laboratory conditions (27 ±2°C and 60 ±10% RH).

Stage of development	Species of aphid sources					
	Aphis craccivora			*Lipaphis erysimi*		
	N	Mean ±S.D. (days)	Range (days)	N	Mean ±S.D. (days)	Range (days)
Egg	100	2.60 ±0.50	2-3	100	2.55 ±0.51	2-3
Larva:						
Instar I	95	2.05 ±0.78	1-4	80	1.69 ±1.08	1-5
Instar II	75	2.07 ±0.70	1-4	55	3.27 ±1.10	2-5
Instar III	75	2.93 ±1.22	1-5	55	1.45 ±0.52	1-2
Instar IV	65	1.85 ±0.69	1-3	55	2.18 ±1.47	1-5
Total larval period	65	8.90 ±0.95	7-10	55	8.60 ±1.26	7-10
Prepupa	55	1.55 ±0.69	1-3	50	1.20 ±0.42	1-2
Pupa	50	2.20 ±0.63	1-3	50	2.10 ±0.57	1-3
Total life cycle	35	15.24 ±0.86	14-17	40	14.45 ±1.06	14-16
Mated adult:						
Male	15	6.33 ±0.58	5-7	25	3.60 ±0.55	3-5
Female	20	5.50±1.91	3-8	15	6.67 ±2.52	4-10

ชนิดและคุณภาพของอาหาร อุณหภูมิ ความชื้น และสภาพแวดล้อม (Sakurai *et al.*, 1991) นอกจากนี้ ระยะเวลาการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผักสั้นกว่าการเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วเล็กน้อย ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$) เช่นเดียวกับที่พบในการเพาะเลี้ยงด้วงเต่า *Coccinella septempunctata* (Omkar and Srivastava, 2003) ใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยสั้นที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผัก

ตารางชีวิตของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผัก

ผลการวิเคราะห์ค่าคุณลักษณะทางชีววิทยาจากตารางชีวิตแบบ biological life table ของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว พบว่าด้วงเต่าสีส้มมีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 12.8262 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_c) มีค่าเท่ากับ 0.1255 อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) มีค่าเท่ากับ 1.1337 และมีชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) เท่ากับ 20.3385 (ตารางที่ 2) ความสัมพันธ์ของการขยายพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุ ($l_x m_x$) ของด้วงเต่าสีส้มกับช่วงอายุ (x) มีลักษณะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยตัวเต็มวัยของด้วงเต่าสีส้มเริ่มวางไข่ในวันที่ 3 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย และวางไข่สูงสุดในวันที่ 6 โดยมีช่วงระยะเวลาวางไข่ 9 วัน (ภาพที่ 1) ในขณะที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผัก พบว่าด้วงเต่าสีส้มมีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 6.3000 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_c) มีค่าเท่ากับ

0.1107 อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) มีค่าเท่ากับ 1.1171 และมีชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) เท่ากับ 16.6190 (ตารางที่ 2) ความสัมพันธ์ของการขยายพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุ (l_xm_x) ของด้วงเต่าสีส้มกับช่วงอายุ (x) มีลักษณะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเช่นกัน โดยตัวเต็มวัยของด้วงเต่าสีส้มเริ่มวางไข่ในวันที่ 2 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย และวางไข่สูงสุดในวันที่ 3 โดยมีช่วงระยะเวลาวางไข่ 10 วัน (ภาพที่ 1)

จากการศึกษาตารางชีวิตแบบ biological life table ของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผักค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o) บ่งบอกว่าด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วสามารถผลิตลูกรุ่นต่อไปได้สูงว่าเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผักถึง 2.04 เท่า ทั้งนี้มีอัตราการเพิ่มโดยกรรมพันธุ์ (r_c) และอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) แตกต่างกัน 1.13 และ 1.01 เท่าตามลำดับ แต่มีชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) ยาวนานกว่า 3.72 วัน ส่วนระยะพักตัวก่อนการวางไข่ และช่วงเวลาการวางไข่ของด้วงเต่าสีส้มที่เพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนทั้งสองชนิดนั้นไม่แตกต่างกัน แต่ช่วงวันที่พบการวางไข่สูงสุดนั้นด้วงเต่าที่เพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผักสั้นกว่าด้วงเต่าที่เพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วถึง 3 วัน

ผลการศึกษาตารางชีวิตแบบ partial ecological life table ของด้วงเต่าสีส้ม เมื่อเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า มีอัตราการตายต่อ

Table 2 Parameters calculated for biological attributes of *Micraspis discolor* (Fabricius) fed on *Aphis craccivora* (Koch) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach).

Biological attribute	Formula	Calculated value	
		A. craccivora	*L. erysimi*
Net reproductive rate of increase (R_o)	$\sum l_x m_x$	12.8262	6.3000
Capacity for increase (r_c)	$\frac{\log_e R_o}{T_c}$	0.1255	0.1107
Cohort generation time (T_c)(days)	$\frac{\sum l_x m_x X}{\sum l_x m_x}$	20.3385	16.6190
Finite rate of increase (λ)	$\text{antilog}_e r_c$	1.1337	1.1171

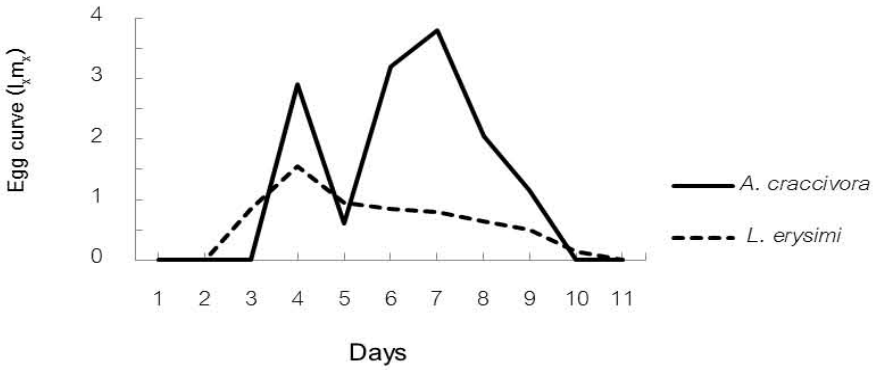

Figure 1 Egg curve of *Micraspis discolor* (Fabricius) fed on *Aphis craccivora* (Koch) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) under laboratory conditions (27 ±2°C and 60 ±10% RH).

ชั่วอายุในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต คือ ระยะไข่ ระยะตัวอ่อนวัยที่ 1-4 ระยะก่อนเข้าดักแด้และระยะดักแด้ เท่ากับร้อยละ 5.0, 20.0, 0.0, 10.0, 10.0, 5.0 และ 15.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) โดยในระยะตัวอ่อนวัยที่ 1 มีอัตราการตายสูงสุด และระยะตัวอ่อนวัยที่ 2 มีอัตราการตายต่ำสุด ในขณะที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผัก พบว่ามีอัตราการตายต่อชั่วอายุในแต่ละระยะคิดเป็นร้อยละ 20.0, 25.0, 0.00, 0.00, 5.0, 0.0 และ 10.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) โดยในระยะตัวอ่อนวัยที่ 1 มีอัตราการตายสูงสุด และระยะตัวอ่อนวัยที่ 2-3 และเตรียมเข้าดักแด้มีอัตราการตายต่ำสุดซึ่งการศึกษาตารางชีวิตแบบนี้เป็นการศึกษาในสภาพห้องปฏิบัติการที่มีปัจจัยต่าง ๆ เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของแมลง ดังนั้นการตายของแมลงในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตเป็นการตายเนื่องมาจากศักยภาพทางชีวภาพของแมลง การตายดังกล่าวจึงเกิดขึ้นน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เมื่อเปรียบเทียบกับการดำรงชีพอยู่ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งมีทั้งปัจจัยที่มีชีวิต (biotic factors) และปัจจัยที่ไม่มีชีวิต (abiotic factors) มากมายที่เป็นสาเหตุทำให้แมลงตายได้มากกว่า (ณัฏฐาวรีย์, 2552)

เมื่อนำค่าอัตราการอยู่รอดในแต่ละระยะการเจริญเติบโต (l_x) และระยะการเจริญเติบโต (x) สร้างเส้นกราฟที่เรียกว่า Survivorship curve พบว่า ลักษณะเส้นกราฟของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วมีอัตราการตายในระยะต่าง ๆ ในลักษณะที่ลดจำนวนลงอย่างสม่ำเสมอ จัดเป็นแบบ Type II (Deevey, 1947) ในขณะที่กราฟของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผักมีอัตราการตายสูงมากในระยะไข่และตัวอ่อนวัยที่ 1 แต่เปลี่ยนแปลงน้อยมากในระยะตัวอ่อนวัยที่ 2-4 และระยะดักแด้ ซึ่งจัดเป็นแบบ Type III (ภาพที่ 2)

Table 3 Partial ecological life tables of *Micraspis discolor* (Fabricius) fed on *Aphis craccivora* (Koch) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) under laboratory conditions (27 ±2°C and 60 ±10% RH).

Stage of development (X)	Species of aphid sources							
	Aphis craccivora				*Lipaphis erysimi*			
	l_x	d_x	$100q_x$	$100d_x/n$	l_x	d_x	$100q_x$	$100d_x/n$
Egg	100	5	5.00	5	100	20	20	20
Larva:								
Instar I	95	20	21.05	20	80	25	31.25	25
Instar II	75	0	0	0	55	0	0	0
Instar III	75	10	13.33	10	55	0	0	0
Instar IV	65	10	15.38	10	55	5	9.09	5
Prepupa	55	5	9.09	5	50	0	0	0
Pupa	50	15	30.00	15	50	10	20	10
Adult:	35				40			
Male	15				25			
Female	20				15			

l_x = Number of surviving at the beginning of X, d_x = Number of dying within X

$100q_x$ = Percent mortality, $100d_x/n$ = Generation mortality

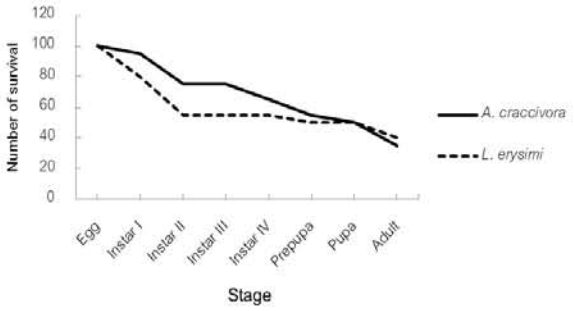

Figure 2 Survivorship curves of *Micraspis discolor* (Fabricius) fed on *Aphis craccivora* (Koch) And *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) under laboratory conditions.

จากการศึกษาอัตราการตายของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อน 2 ชนิด คือ เพลี้ยอ่อนถั่ว และเพลี้ยอ่อนผัก พบว่ามีค่าความสัมพันธ์ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว มีSurvivorship curve แบบ Type II ซึ่งมักพบได้ในกรณีของแมลงตัวห้ำ เช่น ด้วงเต่า *Scymnus levaillanti* (Mulsant) ที่เพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่ว (Uygun and Atlihan, 2000) และแมลงสังคม เช่น ผึ้ง (Visscher and Dukas, 1997) ส่วนด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผัก มี Survivorship curve แบบ Type III ซึ่งมีอัตราการตายในระยะไข่ที่สูง โดยการตายในระยะไข่เกิดจากการที่ไข่ไม่ฟักเป็นตัวหนอน ทั้งที่กลุ่มไข่ได้รับจากกลุ่มด้วงเต่าพ่อและแม่ชุดเดียวกัน ทั้งนี้สาเหตุการไม่ฟักของไข่นั้นสามารถเกิดจากสาเหตุหลายปัจจัย เช่น พันธุกรรมของแมลง ความสมบูรณ์ของเพศเมีย ประสิทธิภาพของการผสมพันธุ์ สรีรวิทยา และโครงสร้างของไข่ รวมทั้งกลิ่นของพืชอาหาร หรือสารเคมีต่าง ๆ ที่อยู่ในพืชอาหารที่เพาะเลี้ยง (Dixon, 2000; Olszak, 1988) ส่วนการตายในระยะตัวอ่อนวัยที่ 1 มีสาเหตุจากโครงสร้างของหนอนมีขนาดเล็กและบอบบาง จึงมีโอกาสกระแทกทำให้เกิดบาดแผลและตายได้โดยง่าย (จอมสุรางค์ และคณะ, 2550) ซึ่งลักษณะการตายในแบบที่สามนี้ สามารถพบได้ในแมลงกินพืชทั่วไป เช่น แมลงดำหนามมะพร้าว (*Brontis longissima* Gestro) (วิริยา, 2550) และด้วงงวงสาหร่ายหางกระรอก (*Bagous subvittatus* O'Brien & Morimoto) (Sabchucherdwong, 2000) จากผลการศึกษาครั้งนี้จึงกล่าวได้ว่า ในการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสีส้มเพื่อใช้ประโยชน์ในการควบคุมโดยชีววิธีนั้น เพลี้ยอ่อนถั่วจึงมีความเหมาะสมใช้เป็นแหล่งอาหารของด้วงเต่าชนิดนี้

สรุป

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของด้วงเต่าสีส้มเมื่อเพาะเลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผัก พบว่าใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัย เฉลี่ย 15.24 ±0.86 และ 14.45 ±1.06 วัน ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางชีววิทยาจากตารางชีวิตแบบ biological life table ของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 12.8262 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_c) เท่ากับ 0.1255 เท่า ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) เท่ากับ 20.3385 วัน และมีอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เท่ากับ 1.1337 เท่า โดยตัวเต็มวัยเริ่มวางไข่ในวันที่ในวันที่ 3 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย และวางไข่สูงสุดในวันที่ 6 โดยมีช่วงระยะเวลาวางไข่ 9 วัน ในขณะที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนผัก มีค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) เท่ากับ 6.3000 เท่า ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางกรรมพันธุ์ (r_c) เท่ากับ 0.1107 เท่า ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T_c) เท่ากับ 16.6190 วัน และมีอัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เท่ากับ 1.1171 เท่า โดยตัวเต็มวัยเริ่มวางไข่ในวันที่ 2 หลังจากเป็นตัวเต็มวัย และวางไข่สูงสุดในวันที่ 3 มีช่วงระยะเวลาวางไข่ 10 วัน เพลี้ยอ่อนถั่วจึงมีความเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าสีส้มเพื่อการควบคุมโดยชีววิธี ส่วนผลการวิเคราะห์

คุณลักษณะทางชีววิทยาจากตารางชีวิตแบบ partial ecological life table ของด้วงเต่าสีส้มที่เลี้ยงด้วยเพลี้ยอ่อนถั่วและเพลี้ยอ่อนผัก พบว่าระยะตัวอ่อนวัยที่ 1 มีอัตราการตายสูงสุด แต่มี survivorship curve แตกต่างกันเป็นแบบ Type II และ Type III ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับใช้ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จอมสุรางค์ ดวงธิสาร วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บูรณพานิชพันธุ์ และจิราพร ตยุติวุฒิกุล. 2550. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของด้วงหมัดผักแถบลายในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วิทยาสารกำแพงแสน 5(1): 20-29.

ณัฏฐาวรีย์ กรมศิลป์. 2552. ชีววิทยาของผีเสื้อหนอนกะหล่ำเล็กและแมลงเบียนในพื้นที่ปลูกพืชวงศ์กะหล่ำของมูลนิธิโครงการหลวง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 62 หน้า.

วิริยา ประจิมพันธุ์. 2550. การศึกษานิเวศวิทยาของแมลงดำหนามมะพร้าว *Brontispa longissima* Gestro และทดสอบประสิทธิภาพการห้ำของแมลงหางหนีบ *Chelisoches morio* Fabricius. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 117 หน้า.

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ชุมพณ กันทะ วิภา หอมหวล สิริรัตน์ แสนยงค์ กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ และเกียรติศักดิ์ เกิดสุข. 2553. การบริหารโครงการและดำเนินโครงการวิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ: การควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตรโดยชีววิธีของศูนย์ภาคเหนือตอนล่าง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 73 หน้า.

อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2548. นิเวศวิทยาวิเคราะห์ทางกีฏวิทยา. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 180 หน้า.

Begum, M.A., M. Jahan, M.N. Bari, M.M. Hossain and N. Afsana. 2002. Potentiality of *Micraspis discolor* (F.) as a biocontrol agent of *Nilaparvata lugens* (Stal). J. Bio. Sci. 2(9): 630-632.

Chowdhury, S.P., M.A. Ahad, M.R. Amin and M.S. Hasan. 2008. Biology of ladybird beetle *Micraspis discolor* (Fab.) (Coccinellidae: Coleoptera). Int. J. Sustain. Crop Prod. 3(3): 39-44.

Deevey, E.S., Jr. 1947. Life tables for natural populations of animals. Quart. Rev. Biol. 22(4): 283-314.

Dixon, A.F.G. 2000. Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control. Cambridge University Press, Cambridge. 257 p.

Duffieded, S.J. 1995. Crop-specific differences in the seasonal abundance of four major predatory groups on sorghum and short-duration pigeon pea. Intl. Chikpea Pigeon Pea Newsl. 2: 74-76.

Gautam, R.D., S. Chander, V.K. Sharma and R. Singh. 1995. Aphids infesting safflower, their predatory complex and effect on oil content. Ann. Plant Prot. Sci. 3(1): 27-30.

Harmon, J.P., A.R. Ives, J.E. Losey, A.C. Olson and K.S. Rauwald. 2000. *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) predation on pea aphids promoted by proximity to dandelions. Oecologia 125(4): 543-548.

Hodek, I. and A. Honek. 1996. Ecology of Coccinellidae. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 464 p.

Kamal, N.Q., 1998. Brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* Stal situation in Bangladesh. A report of DAE-UNDP/FAO IPM Project, Khamarbari, Farmgate, Dhaka, Bangladesh.

Kawauchi, S. 1991. Selection for highly prolific females in three aphidophagous coccinellids. pp. 177-181. *In*: L. Polgar, R. J. Chambers, A. F. G. Dixon and I. Hodek (eds.). Behaviour and Impact of Aphidophaga. SPB Acad. Publ., The Hague.

Lakhanpal, G.C. and D. Raj. 1998. Predation potential of coccinellid and syrphid on important aphid species infesting rapeseed in Himachal Pradesh. J. Ent. Res. 22(2): 181-190.

Mani, M. 1995. Studies of natural enemies of wax scale *Drepanococcus chiton* (Green) on ber and guava. Entomol. 20(2): 55-58.

Milevoj, L. 1997. Effects of food on the adult coccinellids, *Coccinella septempunctata* L. Zbornik Biotehniske Fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo 69: 137-140.

Obatake, H. and H. Suzuki. 1985. On the isolation and identification of canavanine and ethanolamine contained in the young leaves of black locus, *Robinia pseudoacacia*, lethal for the lady beetle, *Harmonia axyridis*. Tech. Bull. Fac. Agr., Kagawa Univ. 36: 107-115.

Okamoto, H. 1966. Three problems of prey specificity of aphidophagous coccinellids. pp. 45-46. *In*: I. Hodek (ed.). Ecology of Aphidophagous Insects. Academia, Prague & Dr. W. Junk, The Hague.

Olszak, R.W. 1988. Voracity and development of three species of Coccinellidae, preying upon different species of aphids. pp. 47-53. *In*: E. Niemczyk and A. F. G. Dixon (eds.). Ecology and Effectiveness of Aphidophaga. SPB Acad. Publ., The Hague.

Omkar 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.

Prabhakar, A.K. and S.P. Roy. 2010. Evaluation of the consumption rates of dominant coccinellid predators on aphids in north-east Bihar. The Bioscan 5(3): 491-493.

Price, P.W. 1997. Insect Ecology. John Wiley and Sons. New York. 874 p.

Prodhan, N.Z.H., M.A. Haque, A.B. Khan and A.K. M. M. Rahman. 1995. Biology of *Micraspis discolor* (Coleoptera: Coccinellidae) and its susceptibility to two insecticides. Bangladesh J. Entomol. 5: 11-17.

Rao, N.V., A.S. Reddy and K.T. Rao. 1989. Natural enemies of cotton white fly, *Bemisia tabaci* Gennadius in relation to host population and weather factors. J. Biol. Control. 3(1): 10-12.

Sabchucherdwong, K. 2000. Biological investigation on *Bagous subvittatus* O'Brien and Morimoto (Coleoptera: Curculionidae) on Hydrilla, *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle (Hydrocharitaceae). M.S. Thesis. Kasetsart University, Bangkok.

Sakurai, H., N. Yoshida, C. Kobayashi and S. Takeda. 1991. Effects of temperature and day length on oviposition and growth of lady

beetle, *Coccinella septumpunctata bruckii*. Res. Bull. Fac. Agri., Gifu Univ. 56: 45-50.

Shepard, B.M. and H.R. Rapusas, 1989. Life cycle of *Micraspis* sp. on brown planthopper (BPH) and rice pollen. Int. Rice Res. Newsl. 14: 40.

Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. ELBS and Chapman & Hall, Cambridge. 524 p.

Uygun, N. and R. Atlihan. 2000. The effect of temperature on development and fecundity of *Scymnus levaillanti*. BioControl. 45(4): 453–462.

Visscher, P.K. and R. Dukas. 1997. Survivorship of foraging honey bees. Insectes Sociaux 44(1): 1-5.