

ชนิดของผลไม้ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนและการวางไข่ ของแมลงวันลาย, *Hermetia illucens* (L.)

Effects of fruit type on larval growth and egg-laying of black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.)

ปามิน ทิมเจริญสมบัติ¹, ชานนท์ บุญศรี¹ และ ยุวธิดา ศรีพลแทน^{2*}

Pamin Timcharoensombut¹, Chanon Boonsri¹ and Yuwatida Sripontan^{2*}

บทคัดย่อ: แมลงวันลาย *Hermetia illucens* (L.) เป็นแมลงที่มีความสำคัญในการเป็นอาหารเสริมให้กับสัตว์ปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงวันลายจำเป็นต้องเข้าใจถึงชนิดอาหารของตัวหนอนและพฤติกรรมการวางไข่ของตัวเต็มวัยเพื่อเก็บรวบรวมกลุ่มไข่ วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาชนิดของผลไม้ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลาย โดยการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายด้วยผลไม้ 3 ชนิดคือ มะละกอ สับปะรด และแตงโม จนกระทั่งเข้าดักแด้ 50% ผลการทดลองพบว่าหนอนที่เลี้ยงด้วยมะละกามีอายุ 42 วัน ด้วยแตงโมมีอายุ 53 วัน และด้วยสับปะรดมีอายุ 45 วัน ซึ่งหนอนที่เลี้ยงในผลไม้แต่ละชนิดมีความกว้างและความยาวของลำตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งหนอนที่เลี้ยงด้วยมะละกามีขนาดใหญ่ที่สุด เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันลายโดยเปรียบเทียบจากผลไม้ในการดึงดูดการวางไข่ของแมลงวันลาย จำนวน 4 ทริทเมนต์ ได้แก่ กลิ่นจากมะละกอ สับปะรด แตงโม และผลไม้รวม พบว่ากลิ่นจากผลไม้แต่ละชนิดไม่มีผลต่อการดึงดูดการวางไข่ของแมลงวันลายอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) การทดสอบความชื้นแสงในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันคือ 08.00-09.00 น., 12.00-13.00 น., 16.00-17.00 น. พบว่าความชื้นแสงในแต่ละช่วงเวลามีผลกระตุ้นการวางไข่ของแมลงวันลายอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$) โดยพบจำนวนกลุ่มไข่ของแมลงวันลายมากที่สุดในช่วงกลางวัน (ความชื้นแสง 860 ลักซ์) จำนวน 35 กลุ่ม และช่วงเย็น (ความชื้นแสง 540 ลักซ์) จำนวน 34 กลุ่ม จะเห็นได้ว่าชนิดอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวหนอน และความชื้นแสงเป็นปัจจัยหลักในการกระตุ้นการวางไข่ของตัวเต็มวัย

คำสำคัญ: ชนิดผลไม้, ความชื้นแสง, การวางไข่, การเจริญของหนอน

ABSTRACT: Black soldier fly (BSF), *Hermetia illucens* (L.) is a major insect used as feed supplement for livestock. The important factors for mass rearing BSF are the understanding of diet type for larval growth and egg-laying behavior in order to obtain egg masses for further generations. Three types of fruit, including papaya, pineapple and watermelon were used for mass rearing BSF. The result showed that body size of black soldier fly larvae fed on papaya were significantly bigger than those fed on other fruits ($P < 0.001$). In concerning with egg-laying behavior of BSF,

¹ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Entomology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

² สาขาวิชากีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002

Entomology and Plant Pathology Section, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

* Corresponding author: yuwasr@kku.ac.th

bigger than those fed on other fruits ($P < 0.001$). In concerning with egg-laying behavior of BSF, the effect of fruit odor as are attractant for BSF oviposition was investigated. Odor from four types of fruit, including papaya, pineapple, watermelon and mixed fruit were compared. The result showed that numbers of trapped egg batch were not significantly different among fruit species ($P > 0.05$). Furthermore effects of light intensity on BSF egg-laying were determined in which light intensity at (08.00-09.00, 12.00-13.00, 16.00-17.00) were compared. The results indicated that the light intensity at different time was a major factor affected ovipositing behavior of BSF. Black soldier fly preferred to lay more eggs in the afternoon (860 Lux) and in the evening (540 Lux). Thus the larval growth of BSF was affected by type of diet and oviposition of black soldier fly was stimulated by light intensity in the present environment.

Keywords: Fruit species, Light intensity, egg-laying, larval growth

บทนำ

แมลงวันลาย *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) มีรูปร่างยาวรี สีขาวครีม (Park, 2015) ตัวหนอนรูปร่างยาว หัวแหลมท้ายมน สีขาวนวล (Oliveira et al, 2015) ตัวเต็มวัยมีลักษณะยาวเรียวยาว ลำตัวมีสีดำ (Park, 2015) ตัวเต็มวัยมีลักษณะภายนอกคล้ายกับตัวต่อ มีสีดำ (Tomberlin et al., 2002) ที่ปลายขาทุกคู่มีสีขาเห็นชัดเจน (Burana and Jamjanya, 2011) แมลงวันลายมักอาศัยอยู่ในเขตร้อนชื้นและเขตอบอุ่น (Booth and Sheppard, 1984) กินอาหารได้หลายชนิดและเป็นแมลงที่สามารถย่อยสลายเศษอินทรีย์วัตถุได้ เช่น มูลสัตว์ (Park, 2015) เศษอาหาร (Barry, 2004) และเศษผลไม้ (Nguyen et al., 2013) เป็นต้น ในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยเมื่อแมลงวันกินอาหารจะมีการสะสมโปรตีนและไขมันภายในร่างกายเป็นประโยชน์ต่อตัวเต็มวัยในการผสมพันธุ์และวางไข่ สารอาหารที่สะสมภายในตัวเต็มวัยของแมลงวันลายมีปริมาณโปรตีน 42.1% และในตัวหนอนที่กินมูลสุกร และ มูลไก่ มีปริมาณโปรตีน 43.2% (Newton et al., n.d.) สามารถนำตัวเต็มวัยไปใช้ประโยชน์ในด้านเป็นอาหารเสริมเพื่อใช้เลี้ยงสุกร (Newton et al., 1977) ไก่ (Hale, 1973) และปลา (Bondari and Sheppard, 1981) ตัวเต็มวัยยังเป็นแมลงวันที่ไม่รบกวนมนุษย์และไม่

เป็นพาหะในการแพร่เชื้อโรค (Sheppard et al., 2002) แต่การเพาะเลี้ยงแมลงวันลายเพื่อให้ได้ตัวเต็มวัยและตัวเต็มวัยที่สมบูรณ์จะต้องมีการควบคุมปัจจัยหลาย ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง และชนิดอาหาร เป็นต้น ซึ่ง Burana and Jamjanya (2011) ทำการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายในเปลือกสับปะรด เปลือกขนุน และเปลือกขนุนผสมเปลือกสับปะรด พบว่าคุณค่าโภชนาของตัวหนอนที่เลี้ยงในเปลือกสับปะรดมีปริมาณเยื่อใยและโปรตีนมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากอาหารอีกสองอย่าง ส่วนที่เลี้ยงในเปลือกขนุนและเปลือกขนุนผสมเปลือกสับปะรดมีปริมาณไขมันมากที่สุด จากการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมตัวเต็มวัย Sripontan et al. (2017) พบว่า ความเข้มแสงและกลิ่นที่เกิดจากการหมักของผลไม้มีผลต่อการกระตุ้นการวางไข่ของแมลงวันลาย การควบคุมปัจจัยภายนอกจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพาะเลี้ยงแมลงวันลายในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงแมลงวันลายในประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบชนิดของผลไม้ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของตัวหนอนแมลงวันลาย และชนิดของเหยื่อล่อการวางไข่ของแมลงวันลาย รวมทั้งวิเคราะห์ความเข้มแสงในแต่ละช่วงของวันที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นการวางไข่ของแมลงวันลาย

วิธีการศึกษา

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลายในผลไม้ต่างชนิด

ทำการศึกษาที่อาคารปฏิบัติการภาควิชา ภูมิวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน (14.031448°N, 99.971534°E) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ทรีทเมนต์ คือ เลี้ยงแมลงวันลายด้วยแตงโม มะละกอ และสับปะรด ในแต่ละทรีทเมนต์เริ่มเลี้ยงตัวหนอนที่มีอายุ 1 วัน ในกล่องพลาสติกทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 22 ซม. สูง 11 ซม. จนกระทั่งตัวหนอนเปลี่ยนเป็นดักแด้ 50% ในแต่ละวันจะเก็บตัวหนอนจำนวน 5 ตัวต่อทรีทเมนต์ เพื่อบันทึกอายุตัวหนอน และวัดขนาดความกว้าง ความยาวตัวหนอน ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ USB Microscope UM12

ชนิดกับดักผลไม้ต่อการวางไข่ของแมลงวันลาย

ทำการศึกษาที่ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน (14.033973°N; 99.975172°E) เตรียมกับดักสำหรับล่อแมลงวันลายให้มาวางไข่ โดยใช้กล่องพลาสติกขนาดกว้าง 22 ซม. ยาว 32.5 ซม. ความสูง 8.5 ซม. ซึ่งภายในบรรจุผลไม้ปริมาตร 1 กก. พร้อมคลุมกล่องพลาสติกด้วยผ้าขาวบางและมัดด้วยเชือกให้เรียบร้อย วางกระดาษฟิวเจอร์บอร์ดขนาดกว้าง 4.9 ซม. ยาว 41.8 ซม. บนฝากล่องตามแนวความยาวของกล่อง เพื่อใช้เป็นที่ยาวไข่ของแมลงวันลาย แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ คือ ล่อแมลงวันลายมาวางไข่ด้วยกลิ่นของมะละกอ สับปะรด แตงโม และผลไม้รวม (มะละกอ สับปะรด แตงโม อย่างละ 3.33 กรัม) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกข้อมูลและจำนวนกลุ่มไข่ สำหรับจำนวนไข่ต่อกลุ่ม การหาจำนวนไข่ต่อกลุ่มทำได้โดยการชั่งน้ำหนักของกลุ่มไข่ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก (Model: TB-403 Becthai Bangkok Equipment & Chemical Co. Ltd) จากนั้นนับจำนวนฟองไข่ต่อกลุ่ม แล้วนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับวิธีอื่นเพื่อคำนวณหาจำนวนฟองไข่ในแต่ละกลุ่ม

ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการวางไข่ของแมลงวันลาย

บันทึกข้อมูลปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการวางไข่ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ ความเข้มแสง ใน 3 ช่วงเวลาต่อวัน คือ ช่วงเช้า 8.00-9.00 น. ช่วงกลางวัน 12.00-13.00 น. และช่วงเย็น 16.00-17.00 น. โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น (Model: HTC-1, Guangzhou Lexiang Electronic Co. Ltd) และเครื่องมือวัดความเข้มแสง (Model: Victor1010A, Shenzhen Yisheng Victor Tech Co. Ltd).

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูล ขนาดความกว้าง ความยาวของตัวหนอน จำนวนกลุ่มไข่ จำนวนไข่ต่อกลุ่ม และความเข้มแสง ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Tukey'HSD และ Man-Whitney U test โดยใช้โปรแกรม PAST version 3.12

ผลการศึกษาและวิจารณ์

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลายในผลไม้ต่างชนิด

การทดลองพบว่า หนอนแมลงวันลายมีการเจริญเติบโตแบ่งเป็น 3 วัย สอดคล้องกับ Oliveira et al. (2015) ที่ทำการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายในเศษอินทรีย์วัตถุและชั่งน้ำหนักของตัวหนอนเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตในระยะหนอน แต่การทดลองนี้ใช้การวัดขนาดความกว้าง ความยาวของตัวหนอน และเลี้ยงหนอนด้วยผลไม้ที่เป็นอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกัน หนอนวัยที่ 1 มีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย โดยที่เลี้ยงด้วยแตงโมมีขนาดลำตัวใหญ่ที่สุด เมื่อเริ่มเข้าสู่วัยที่ 2 (≥ 9 วัน) หนอนมีการเจริญเติบโตรวดเร็วอย่างเห็นได้ชัด หนอนที่เลี้ยงด้วยมะละกอมีขนาดลำตัวใหญ่ที่สุด และเมื่อเข้าสู่วัยที่ 3 (≥ 20 วัน) หนอนมีการเจริญเติบโตคงที่จนเปลี่ยนเป็นดักแด้ 50% หนอนที่เลี้ยงในมะละกอมีขนาดใหญ่มากกว่าหนอนที่เลี้ยงใน แตงโม และสับปะรด โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.001) (Figure 1) จนกว่าจะเข้าดักแด้ 50% หนอนที่เลี้ยงด้วยมะละกอ แตงโม และสับปะรด มีอายุ

เท่ากับ 42 วัน 53 วัน และ 45 วัน ตามลำดับ (Table 1) ปริมาณสารอาหารในมะละกอมีพลังงาน 43 โปรตีน 0.47 ก. ไขมัน 0.26 และคาร์โบไฮเดรต 10.82 ก. ในแตงโมมีพลังงาน 30 โปรตีน 0.61 ก. ไขมัน 0.15 และคาร์โบไฮเดรต 7.55 ก. และสับปะรมีพลังงาน 50

โปรตีน 0.54 ก. ไขมัน 0.12 และคาร์โบไฮเดรต 13.12 ก. การที่มะละกอมีปริมาณไขมันสูงจึงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลายเพราะหนอนจะนำไปใช้เป็นแหล่งอาหารในช่วงระยะดักแด้ ระยะฟักตัว และระยะการเจริญพันธุ์ต่อไป

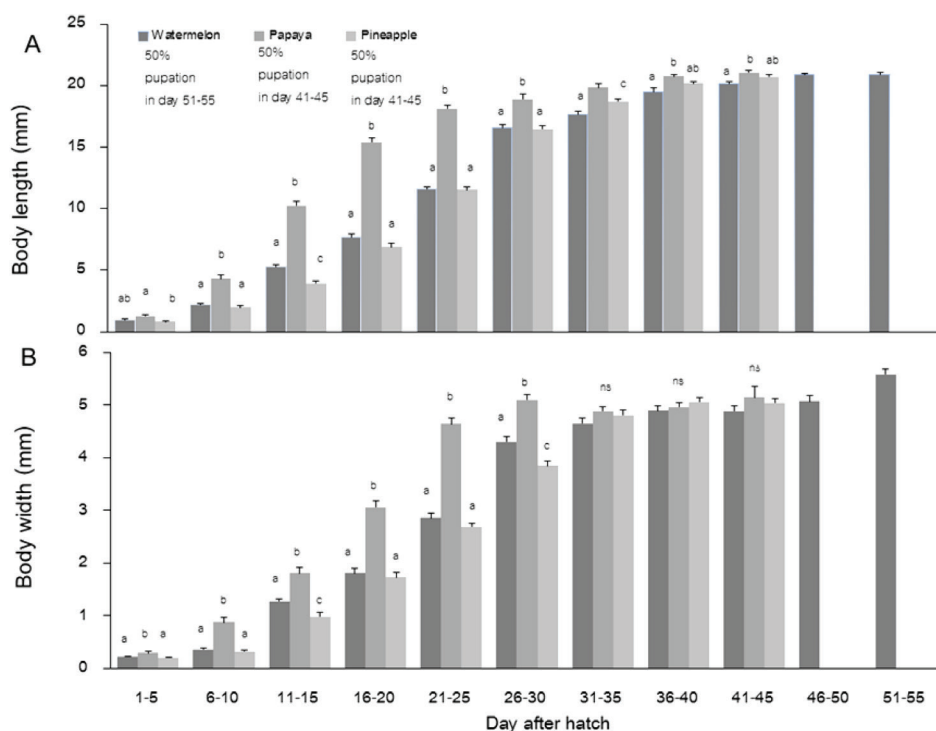


Figure 1 Body length (A) and width (B) of Black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) larvae rearing on different fruit types. Bars with the same lowercase letter are not significantly different at $P < 0.05$ (Tukey's HSD)

Table 1 Age of black soldier fly *Hermetia illucens* (L.) larvae reared on different fruit types

Larval stage	Age (Day)		
	Watermelon	Papaya	Pineapple
Larval instar 1	1-10	1-9	1-12
Larval instar 2	11-26	10-20	13-29
Larval instar 3	27-53	21-42	30-45

ชนิดผลไม้ในการทำกับดักล่อแมลงวันลาย

การทดลองพบว่า ในกับดักที่ใส่มะละกอบพบจำนวนกลุ่มไข่ของแมลงวันลายจำนวน 3 ± 2.9 กลุ่มมากกว่ากับดักที่ใส่ผลไม้ชนิดอื่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 2A) ส่วนจำนวนฟองไข่ของแมลงวันลายนั้นพบมากในกับดักที่ใส่สับปะรดจำนวน 702.87 ± 275.86 ฟอง แต่ไม่มีความแตกต่าง

ทางค่าสถิติเช่นกัน (Figure 2B) การที่พบจำนวนกลุ่มไข่ในมะละกอบมากที่สุดแต่จำนวนของฟองไข่นั้นน้อยกว่าในสับปะรดซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Sripontan et al. (2017) ที่พบว่า แมลงวันลายวางไข่ในกับดักที่ใส่มะละกอบและกล้วยมากกว่าในสับปะรด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าแมลงวันลายไม่เจาะจงเลือกชนิดของผลไม้ที่ใช้ในการวางไข่

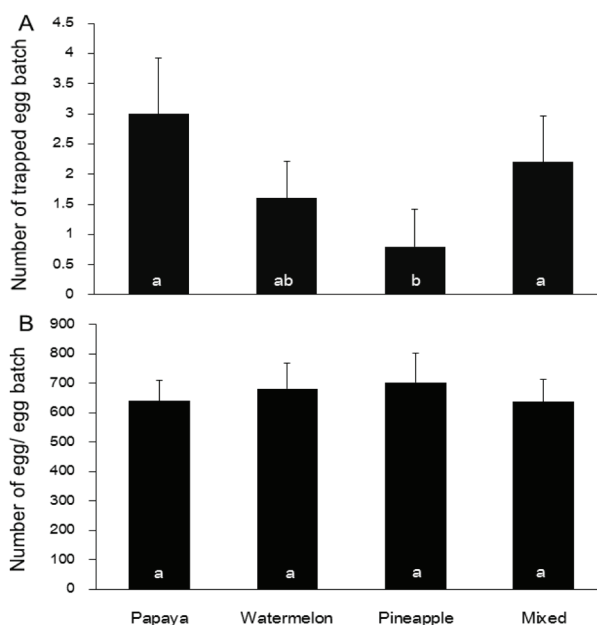


Figure 2 Number of trapped egg batch (A) and number of egg/egg batch (B) laid in different fruit types. Bars with the same lowercase letter are not significantly different at $P < 0.05$ (Mann-Whitney U test)

ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการวางไข่แมลงวันลาย

ผลการทดลองพบว่า ช่วงเวลาระหว่างวันมีความแตกต่างกันของปัจจัยภายนอก คือ ในช่วงเช้า เวลา 8.00-9.00 น. อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 87% ความเข้มแสง 635 ลักซ์ ช่วงเที่ยง 12.00-13.00 น. อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76% ความเข้มแสง 861 ลักซ์ และช่วงเย็น 16.00-17.00 น. อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 74% ความเข้มแสง 543 ลักซ์ (Figure 3) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการวางไข่ของแมลงวันลาย โดยเฉพาะในช่วงเที่ยงและช่วงเย็นพบ

จำนวนกลุ่มไข่มากกว่าช่วงเช้า คือ 0.87 ± 1.43 , 0.85 ± 1.42 และ 0.17 ± 0.54 กลุ่มตามลำดับ (Figure 4A) และจำนวนฟองไข่ คือ ช่วงเที่ยง 639.65 ± 330.04 , ช่วงเย็น 721.73 ± 384.15 และช่วงเช้า 395.14 ± 228.91 ฟองตามลำดับ (Figure 4B) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Booth and Sheppard (1984) พบการวางไข่ของแมลงวันลายในช่วงเวลา 12.00-17.00 น. และวางไข่สูงที่สุดในช่วง 14.00-15.00 น. ที่มีอุณหภูมิ 30 - 32 องศาเซลเซียส และความเสถียรของช่วงแสงระหว่างยังมีผลต่อการวางไข่ของแมลงวันลาย (Sripontan et al., 2017)

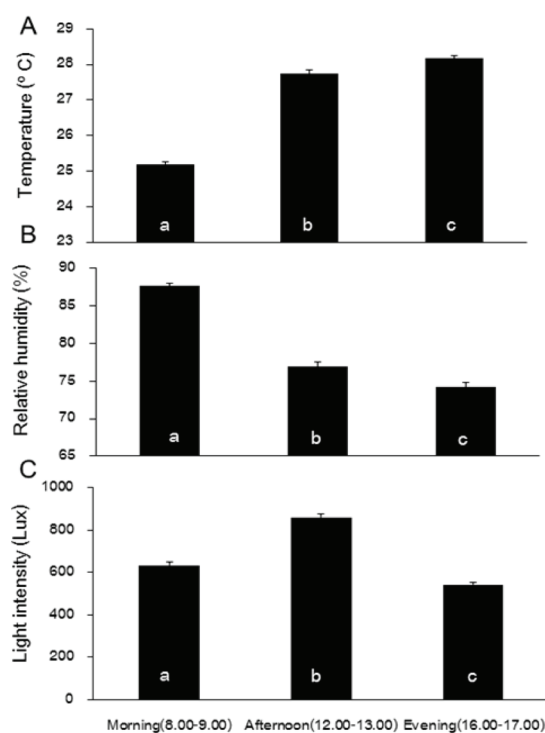


Figure 3 Temperature (A), Relative humidity (B) and Light intensity (C) at different time duration. Bars with the same lowercase letter are not significantly different at $P < 0.001$ (Tukey'HSD)

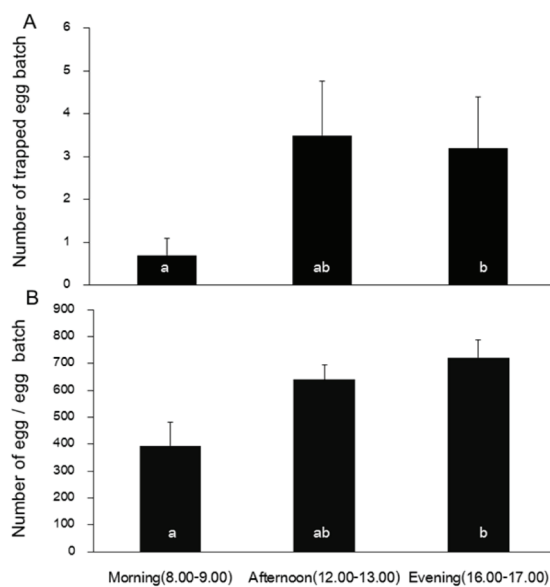


Figure 4 Number of trapped egg batch (A) and number of egg/egg batch (B) laying at different time duration. Bars with the same lowercase letter are not significantly different at $P < 0.05$ (Tukey'HSD)

สรุป

จากการนำหนอนแมลงวันลายมาเลี้ยงในผลไม้ 3 ชนิด ได้แก่ มะละกอ สับปะรด และแตงโม พบว่า ตัวหนอนแมลงวันลายโดยเฉพาะตัวหนอนวัย 2 และ 3 ที่เลี้ยงในมะละกามีขนาดใหญ่กว่าหนอนแมลงวันลายที่เลี้ยงในผลไม้ทั้งสองชนิด และการวางไข่ของแมลงวันลายไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของกลิ่นจากผลไม้ที่เป็นตัวดึงดูดอย่างเดียว ต้องมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้มแสงที่ส่งผลต่อการวางไข่ของแมลงวันลาย

คำขอบคุณ

ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการวิจัยและสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Barry, T. 2004. Evaluation of the economic, social, and biological feasibility of bioconverting food wastes with the black soldier fly (*Hermetia illucens*). Ph.D. Dissertation. University of North Texas, Texas.
- Bondari, K., and D. C. Sheppard. 1981. Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquac.* 24: 103-109.
- Booth, D. C., and C. Sheppard. 1984. Oviposition of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): eggs, masses, timing, and site characteristics. *Environ. Entomol.* 13: 421-423.
- Burana, K., and T. Jamjanya. 2011. Mating and oviposition behaviors of black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). In: The 12th Graduate Research Conference. Khon Kaen University. Jan 28, 2011.
- Hale, O. M. 1973. Dried *Hermetia illucens* larvae (Diptera: Stratiomyidae) as a feed additive for poultry. *J. Georgia Entomol. Soc.* 8: 16-20.
- Newton, G. L., C. V. Booram, R. W. Barker, and O. M. Hale. 1977. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. *J. Anim. Sci.* 44: 395-400.
- Newton, G. L., D. C. Sheppard, D. W. Watson, G. J. Burtle, C. R. Dove, J. K. Tomberlin, and E. E. Thelen. n.d. The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/ resource recovery tool. Available: <https://www.researchgate.net>. Accessed Mar. 09, 2016.
- Nguyen, T. T. X., J. K. Tomberlin, and S. Vanlaerhoven. 2013. Influence of resources on *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larval development. *J. Med. Entomol.* 50: 898-906.
- Oliveira, F., K. Doelle, R. List, and J. R. O'Reilly. 2015. Assessment of Diptera: Stratiomyidae, genus *Hermetia illucens* (L., 1758) using electron microscopy. *J. Entomol. Zool. Stud.* 3: 147-152.
- Park, H. 2015. Black soldier fly larvae manual. Student Showcase. p. 14. In: <https://bit.ly/2Emi30K>. University of Massachusetts Amherst, USA.

- Sheppard, D. C., J. K. Tomberlin, J. A. Joyce, B. C. Kiser, and S. M. Sumner. 2002. Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). J. Med. Entomol. 39: 695-698.
- Sripontan, Y., T. Juntavimon, S. Songin, and C.-I. Chiu. 2017. Egg-trapping of black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera:Stratiomyidae) with various wastes and the effects of environmental factors on egg-laying. Khon Kaen Agr. J. 45: 179-184.
- Tomberlin, J. K., D. C. Sheppard, and J. A. Joyce. 2002. Selected life-history traits of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. Ann. Entomol. Soc. Am. 95: 379-386.